

**EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) DALAM
PENGENDALIAN ULAT KROP(*Crocitolomia pavonana* F.) PADA
TANAMAN KUBIS (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)**

(Sebagai Sumber Belajar Peserta Didik Materi Pencemaran Lingkungan SMA kelas
X Semester ganjil)



Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi

Oleh :

LARAS

NPM : 1411060320

Jurusan : Pendidikan Biologi

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
1439 H/2018 M**

**EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) DALAM
PENGENDALIAN ULAT KROP(*Crocidolomia pavonana* F.) PADA
TANAMAN KUBIS (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata*)**

(Sebagai Sumber Belajar Peserta Didik Materi Pencemaran Lingkungan SMA kelas
X Semester ganjil)

Pembimbing I : Dwijowati Asih Saputri, M.Si

Pembimbing II : Yessy Velina, M.Si

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi

Oleh :

LARAS

NPM : 1411060320

Jurusan : Pendidikan Biologi

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
1439 H/2018 M**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) DALAM PENGENDALIAN ULAT KROP (*Crociodolomia pavonana* F.) PADA TANAMAN KUBIS (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*).

Oleh

Laras

Salah satu hama utama yang menyerang tanaman kubis adalah *Crociodolomia pavonana* F. Penanggulangan hama *Crociodolomia pavonana* F. dapat menggunakan insektisida nabati yang berasal dari tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.). Tanaman ini mengandung senyawa bioaktif berupa alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid, dan tannin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun kelor dalam pengendalian ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 kali pengulangan. Konsentrasi yang digunakan yaitu 20%, 30%, 40%, dan 50%, serta kontrol negatif dan kontrol positif. Hasil penelitian diuji dengan One Way Anova, dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Data hubungan antara konsentrasi dan mortalitas dianalisis dengan analisis probit. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan rata-rata kematian larva *Crociodolomia pavonana* F. pada setiap konsentrasi dalam kurun waktu 72 JSA. Konsentrasi ekstrak yang terbaik dalam mematikan *Crociodolomia pavonana* F. yaitu pada konsentrasi 50% dengan rata-rata kematian mencapai 70% larva. Berdasarkan hasil analisis probit ekstrak daun kelor menunjukkan harga LC_{50} sebesar 251188,64315 ppm (25,11%). Uji One-way Anova menunjukkan nilai signifikansi 0,000. Nilai $\text{sig} < 0,05$ sehingga ekstrak daun kelor berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *Crociodolomia pavonana* F. Kemudian, hasil uji BNT menunjukkan bahwa pengaruh setiap konsentrasi ekstrak daun kelor tidak berbeda nyata.

Kata kunci : Ekstrak Daun Kelor, *Crociodolomia pavonana* F., Insektisida Nabati, Kubis



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Letkol. H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul : **EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* L.) DALAM PENGENDALIAN ULAT KROP (*Crociodolomia pavonana* F.) PADA TANAMAN KUBIS (*Brassica oleracea* L. var. capitata)**
Nama : Laras
NPM : 1411060320
Jurusan : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan


MENYETUJUI

Untuk dimunaqasyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Pembimbing II


Dwijowati Asih Saputri, M.Si
NIP. 19721102 1999 03 2 002


Yessy Velina, M.Si
NIP. 19870201 2015 03 2 003

Menyetujui

Ketua Jurusan Pendidikan Biologi,


Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
NIP. 19840228 2006 04 1 004



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 Telp(0721)703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **Efektivitas Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) dalam Pengendalian Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)**, disusun oleh: **Laras, NPM. 1411060320**, Jurusan: **Pendidikan Biologi**, Telah diujikan dalam sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada: Hari/Tanggal: **Senin, 19 November 2018**.

TIM PENGUJI

Ketua : Dr. R. Masykur, M.Pd.

Sekretaris : Indarto, M.Pd.

Penguji Utama : Dr. Eko Kuswanto, M.Si.

Penguji Pendamping I : Dwijowati Asih Saputri, M.Si.

Penguji Pendamping II : Yessy Velina, M.Si.



Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd.

NIP. 19560810 198703 1001

MOTTO

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ
مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥١﴾

Artinya : “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”.¹

¹ Al-Huda, *Mushaf Al-Qur'an Terjemahan*, (Jakarta : 2005), h. 66

PERSEMBAHAN

Sembah sujud serta syukur kehadirat Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan kesabaran. Atas karunia dan kemudahan yang telah Engkau berikan pada diri ini akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Maka dengan ketulusan hati penulis persembahkan karya sederhana ini kepada:

1. Orang tuaku yang kucintai dan kusayangi abah Zainul dan emak Unaria yang telah membesarkan dan mendidikku, yang tidak henti-hentinya selalu mendoakan akan keberhasilanku, serta yang selalu memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta yang tidak terhingga, sehingga menghantarkan penulis menyelesaikan Pendidikan Strata 1 (S1) di UIN Raden Intan Lampung.
2. Kakakku Jumeri dan Rusdi, S.Pdi, tetehku Zunainah, Surianti, Amd.Keb., dan Mila, S.Pd., serta adik bungsuku Dede Sani, Terimakasih karena selalu menyayangi, memberikan motivasi, dukungan dan nasihat, semoga kita dapat mengukir senyum bahagia untuk abah dan emak dengan setiap pencapaian keberhasilan kita.
3. Almamater tercinta UIN Raden Intan Lampung, yang telah memberikan pengalaman dan pembelajaran berharga.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Laras, dilahirkan pada tanggal 15 Juli 1997 di Desa Gunung Besar, Kecamatan Abung Tengah, Kabupaten Lampung Utara. Penulis adalah anak keenam dari tujuh bersaudara, lahir dari pasangan bapak Zainul dan ibu Unaria.

Penulis menempuh pendidikan pertama di SD Negeri 1 Gunung Besar dari tahun 2002 hingga 2008. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Abung Barat pada tahun 2008 hingga 2011. Penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 3 Kotabumi, Lampung Utara pada tahun 2011 hingga 2014. Setelah Lulus dari SMA penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung, Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan dari tahun 2014 hingga sekarang.

Selama penulis mengenyam pendidikan di UIN Raden Intan Lampung Penulis pernah mengikuti Organisasi seperti, Himpunan Mahasiswa Pendidikan Biologi (HIMAPIBIO), dan Badan Pembinaan Dakwah (BAPINDA). Penulis juga pernah menjadi Asisten Praktikum Biologi di UIN Lampung pada semester 3 s/d 7

Bandar Lampung, 2018

Laras
NPM : 1411060320

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucapkan Syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat beserta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW dan keluarga serta sahabatnya yang senantiasa menjadi panutan bagi umat manusia.

Penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang membantu dalam pembuatan skripsi ini dengan judul : “*Efektivitas Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera L.) dalam Pengendalian Ulat Krop (Crocidolomia pavonana F.) pada Tanaman Kubis (Barssica oleracea L. var. capitata)*”. Hanya kepada Allah SWT penulis memohonkan semoga bantuan dan amal baik yang mereka berikan kepada penulis memperoleh pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Chairul Anwar, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN raden Intan lampung beserta stafnya yang telah memberikan kemudahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

2. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.
3. Ibu Dwijowati Asih Saputri, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah merelakan waktunya untuk membimbing, mengarahkan penulis selama penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Yessy Velina, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis selama penyelesaian skripsi ini.
5. Kasubag dan segenap TU di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah memberikan pelayanan teknis maupun non teknis sehingga memudahkan jalan tercapainya tujuan penulis.
6. Segenap Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah banyak memberikan ilmu nya kepada penulis, semoga bermanfaat di dunia dan akhirat.
7. Ibu Dr. Noviany, S.Si., M.Si. selaku Kepala Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Lampung yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan pembuatan Ekstrak dan memberikan arahan serta bimbingan sehingga penelitian ini terselesaikan dengan lancar.

8. Penghuni “Pondok Samara 3”, Mba Anisa Mahda, Yurli Haryanti, S.E., Elia Anjar Sari, Maysaroh, Meinaroza, Naurah Arra, Karlinda Sari, Selvi Melani dan Lola Ermiyuli, yang selalu memberikan kebahagiaan dikala kepenatan datang, yang selalu berhasil membawa kembali senyum dan tawa yang hilang, berkat kalian karya ilmiah ini tidak membosankan.
9. Sahabatku tersayang, Oktafiana, Nurul Wahidah, Merlis Susanti, Nur Intan Septikayani, Nita Shelita, Nurrana Fitria Luthfi, Renita Apriana, dan seluruh teman-teman biologi F yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih untuk kebersamaan selama 4 tahun ini, tanpa kalian Biologi F hanya kata tanpa makna.
10. Sahabat-sahabat Asisten Praktikum Biologi, Reren Selawati, Suci Ristawati, Tina Wulandari, Ria Tara Puspita, Selly Angraini Putri, dan Rita Sahara, kalian tidak hanya mampu mentransfer ilmu, tetapi kalian juga mampu mentransfer semangat saat asa hampir tamat, terimakasih telah mengisi kekosongan hati disaat jenuh mengerjakan skripsi.
11. Sahabat seperbimbinganku, Wahyu Pangestu, Resky Amelia, Langen Puspita, Novia Cahyati, dan Marita terimakasih kehadiran kalian telah mampu mengganti kata” lelah” menjadi “lillah”, “putus asa” menjadi “optimis bisa”.

12. Rekan-rekan mahasiswa jurusan Pendidikan Biologi Angkatan 2014 yang telah membantu dalam menyelesaikan Karya Ilmiah ini.

Serta Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi dunia pendidikan umumnya dan pembaca khususnya.

Bandar Lampung, 2018
Penulis

Laras
NPM : 1411060320



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
MOTTO	iii
PERSEMBAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	8
C. Batasan Masalah	8
D. Perumusan Masalah	9
E. Tujuan Penelitian	9
F. Kegunaan Peneliti	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Landasan Teori	10
2.1 Tanaman Kubis (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>).....	10
2.2 Ulat Krop (<i>Crocitolomia pavonana</i> F.)	14

2.3 Tanaman Kelor (<i>Moringa oleifera</i> L.)	17
2.4 Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT).....	25
B. Penelitian Relevan	27
C. Kerangka Pemikiran	30
D. Hipotesis Penelitian	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Tempat dan Waktu Penelitian	32
B. Alat dan Bahan	32
C. Populasi dan Sampel	33
D. Metode Penelitian	33
E. Cara Kerja Penelitian	34
F. Teknik Pengambilan Data	37
G. Analisis Data	38
H. Alur Penelitian	42
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
A. Hasil Penelitian	43
B. Pembahasan	48
C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
A. Kesimpulan	58
B. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

1. Tabel Badan Pusat Statistik Kubis	2
2. Tabel Komposisi Vitamin Kubis.....	13
3. Tabel Skrining Fitokimia Daun Kelor.....	22
4. Data pengaruh perlakuan terhadap hasil percobaan.....	38
5. Tabel sidik ragam.....	39
6. Data Mortalitas Larva <i>Crocitolomia pavonana</i> F.	43
7. Hasil Uji One-way Anova.....	46
8. Hasil uji lanjut LSD pada taraf 5%	46
9. Analisis Probit Ekstrak Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i> L.)	47
10. Kriteria penilaian keefektifan suatu insektisida	49
11. Kriteria tingkatan nilai LC_{50} dalam lingkungan perairan.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

1. Tanaman Kubis (<i>Brassica oleraceae</i>).....	10
2. Ulat krop kubis (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.)	15
3. Pohon Kelor	18
4. Daun kelor.....	20
5. Bunga kelor	20
6. Buah kelor	21
7. Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat	28
8. Grafik mortalitas larva <i>Crocidolomia pavonana</i> F.	44
9. Bagan mekanisme kerja senyawa Tannin	52
10. Larva <i>Crocidolomia pavonana</i> F. yang mati	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Halaman

1. Data Pengamatan Ulat Krop (<i>Crocidolumia pavonana F.</i>)	60
2. Perhitungan Persentase Ulat Krop (<i>Crocidolumia pavonana F.</i>)	61
3. Data Hasil Perhitungan Normalitas dengan SPSS ver 17.0	62
4. Data Hasil Perhitungan Homogenitas dengan SPSS ver 17.0	62
5. Data Hasil Perhitungan One-way Anova dengan SPSS ver 17.0	62
6. Data Hasil Uji LSD	64
7. Menentukan Nilai LC_{50} dengan Menggunakan Tabel Analisis Probit.....	67
8. Dokumentasi Alat dan bahan penelitian	69
9. Dokumentasi Pembuatan Insektisida Nabati.....	74
10. Dokumentasi Perkembangbiakan Ulat Krop	75
11. Dokumentasi Pengaplikasian Ekstrak Daun Kelor	76
12. Panduan Praktikum	78
13. Surat-menyurat	87

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan daratan yang luas dan subur. Secara geografis, Indonesia terletak disekitar garis khatulistiwa yang menyebabkan negara ini beriklim tropis dan memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Curah hujan yang relatif tinggi ketika musim hujan dan paparan sinar matahari saat musim kemarau menjadi penunjang dalam pertumbuhan tanaman di Indonesia. Sehingga sebagian besar penduduk Indonesia memilih untuk menjadi petani dan membuka lahan perkebunan. Hampir semua jenis tanaman dapat tumbuh subur di Indonesia.

Salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia adalah kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). Namun produksi kubis di Indonesia mengalami penurunan pada tahun 2014 sebesar 3,03 % (persen) atau sekitar 44.792 ton.² Daerah yang memungkinkan untuk pertumbuhan tanaman kubis adalah Provinsi Lampung. Berdasarkan sumber Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2017, perkembangan luas panen, produksi, dan produktivitas tanaman kubis di Provinsi Lampung tahun 2012-2016 dapat dilihat pada Tabel 1.

²Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura, “*Produktivitas Kol/Kubis Menurut Provinsi 2014*”, (Jakarta (ID): BPS, 2015), h.158

Tabel 1. Perkembangan luas panen, produksi, dan produktivitas tanaman kubis di Provinsi Lampung tahun 2012-2016³

Tahun	Luas panen (ha)	Δ (%)	Produksi (ton)	Δ (%)	Produktivitas (ton/ha)	Δ (%)
2012	696	-	13.803	-	19,83	-
2013	768	10,34	16.021	16,07	20,86	5,19
2014	681	-11,33	12.045	-24,81	17,69	-15,19
2015	632	-7,19	12.473	3,55	19,74	11,59
2016	578	-8,54	11.129	-10,78	19,25	-2,48
Rata-rata		-4,18		-3,99		-0,22

Sumber : Badan Pusat Statistik (2017)

Berdasarkan tabel 1 tersebut terlihat bahwa luas panen tanaman kubis di Provinsi Lampung, 5 tahun terakhir mengalami peningkatan dan penurunan. Peningkatan luas panen tanaman kubis hanya terjadi pada tahun 2012 ke 2013. Sedangkan, penurunan luas panen tanaman kubis berdasarkan data tersebut terjadi pada tahun 2013-2016. Penurunan luas panen ini dapat mempengaruhi hasil produksi tanaman kubis. Penurunan produksi tanaman kubis terjadi pada tahun 2013 ke 2014 mencapai 24,81 % dan tahun 2015 ke 2016 mencapai 10,78 %. Luas panen dan produksi tanaman kubis yang mengalami penurunan menyebabkan terjadinya fluktuasi pada produktivitas tanaman kubis dari tahun ke tahun.

Penurunan produktivitas kemungkinan besar terjadi akibat serangan hama dan penyakit pada kubis. Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu petani kubis di

³Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura, “*Produktivitas Kol/Kubis Menurut Provinsi*”, (Jakarta (ID): BPS, 2017)

kabupaten Tanggamus, hama yang sering menyerang tanaman kubis adalah ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.), ulat grayak (*Spodoptera litura*), dan ulat tritip (*Plutella xylostella*).

Kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) merupakan salah satu jenis sayuran yang diminati oleh masyarakat Indonesia. Sebagian besar masyarakat Indonesia memiliki kebiasaan cenderung memakan kubis dalam kondisi masih segar yang biasa disebut dengan “lalapan” sebagai pendamping saat makan nasi. Bagian yang sering dijadikan sebagai lalapan adalah daun muda yang membentuk krop. Bagian ini juga disukai oleh salah satu hama yang dapat menyebabkan kerugian cukup besar pada tanaman kubis yaitu ulat krop kubis (*Crocitolomia pavonana* F.)

Crocitolomia pavonana F. atau yang juga dikenal dengan nama ulat krop atau ulat jantung kubis adalah salah satu hama utama pada tanaman kubis. Hama ini memakan daun muda bagian tengah pada kubis sampai habis, sehingga tanaman kubis gagal membentuk krop. Setelah daun muda pada tanaman kubis habis dimakan, hama ini akan memakan daun yang lebih tua dan menyerang bagian titik tumbuh tanaman kubis.⁴ Akibatnya, tanaman kubis menjadi busuk dan mati. Dampak buruk yang ditimbulkan akibat dari serangan hama ini membuat sebagian besar petani

⁴Rany Badjo, dkk, “Serangan Hama Ulat Krop (*Crocitolomia pavonana* F). pada Tanaman Kubis di Kelurahan Kakaskasen II, Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon”, (Manado : Program Studi Pertanian UNSRAT Manado, 2015), h. 2

Indonesia menggunakan pestisida sintesis yang berbahan dasar zat kimia sebagai cara untuk mengendalikan hama *Crocidolomia pavonana* F..

Penggunaan pestisida sintesis merupakan cara yang mudah, murah, praktis, dan efektif dalam mengurangi populasi hama *Crocidolomia pavonana* F.. Namun, banyak petani Indonesia yang tidak bijaksana dalam penggunaan pestisida sintesis ini, misalnya menggunakan pestisida sintesis tersebut dengan dosis yang tinggi dan frekuensi yang sering agar hama *Crocidolomia pavonana* F. dapat musnah dalam waktu yang singkat. Hal ini menunjukkan bahwa para petani tidak mengikuti kaidah-kaidah cara pengendalian hama terpadu (PHT). Penggunaan yang seperti ini dapat menimbulkan dampak negatif baik secara ekologi maupun kesehatan.

Secara ekologi dampak yang ditimbulkan adalah pencemaran lingkungan baik udara, tanah, dan air. Pencemaran terjadi karena adanya residu pestisida yang tertinggal di lingkungan. Residu yang tertinggal dapat menyebar dengan mudah melalui aliran air, angin, bahkan dapat terbawa dalam tubuh organisme.⁵ Pestisida yang masuk ke dalam tubuh organisme akan terus menumpuk karena residu pestisida sintesis sangat sulit terurai. Sehingga secara tidak langsung dapat memberikan pengaruh negatif terhadap organisme bukan sasaran. Musnahnya organisme bukan sasaran, predator, dan organisme lain dapat mengganggu keseimbangan alami dalam

⁵Warlinso Girsang, “*Dampak Negatif Penggunaan Pestisida*”, (Online) diakses pada tanggal 09 Februari 2018 di <https://usitani.wordpress.com>

ekosistem melalui rantai makanan. Selain itu hama sasaran akan mengalami resistensi dan resurgensi yang kemudian akan menimbulkan ledakan hama sekunder.

Penggunaan pestisida juga dapat memberikan dampak yang buruk bagi kesehatan petani dan juga masyarakat. Petani yang melakukan penyemprotan pestisida sintesis secara langsung, kemungkinan menghirup pestisida tersebut. Pestisida sintesis yang merupakan campuran zat kimia apabila terhirup dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti, mata berair, mual, pusing, kejang dan pingsan.⁶ Begitupula bagi masyarakat sebagai konsumen, secara sengaja menelan kubis atau tanaman yang telah mendapat perlakuan kimiawi dengan pestisida sintesis akan berdampak pada gangguan kesehatan. Hal ini disebabkan karena residu pestisida yang tertinggal pada kubis saat aplikasi.

Banyaknya dampak buruk yang ditimbulkan dari pestisida sintesis membuat para peneliti melakukan beberapa penelitian mengenai pestisida nabati yang berasal dari tumbuhan untuk mengurangi dampak buruk tersebut. Bagian tumbuhan yang digunakan sebagai bahan pestisida nabati adalah akar, batang, daun, buah, bunga ataupun bagian tubuh tumbuhan yang lain. Pestisida nabati yang berasal dari tumbuhan mengandung beberapa senyawa bahan aktif tunggal atau majemuk yang

⁶Warlinso Girsang, "*Dampak Negatif Penggunaan Pestisida*", (Online) diakses pada tanggal 09 Februari 2018 di <https://usitani.wordpress.com>

berfungsi sebagai penolak, penarik, antifertilitas (pemandul), pembunuh, racun perut dan bentuk lainnya.⁷

Terdapat beberapa penelitian yang telah memanfaatkan tumbuhan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama (*Crocidolomia pavonana* F.), diantaranya yaitu penelitian dari Dwi Indah Prawesti dengan menggunakan ekstrak yang berasal dari daun kembang bulan (*Tithonia diversifolia*). Berdasarkan penelitian tersebut daun kembang bulan mengandung senyawa bioaktif seperti terpen, glikosida, alkaloid, tannin, flavonoid, dan saponin yang berdampak pada gangguan syaraf bagi larva, racun perut, racun kontak, dan menghambat indra perasa.⁸

Kelebihan dari senyawa ini jika digunakan sebagai pestisida nabati adalah tidak meninggalkan residu karena senyawa tersebut dapat terurai dan terdegradasi dengan cepat oleh bantuan cahaya matahari. Sehingga tidak menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan dan juga kesehatan. Salah satu tanaman yang diduga memiliki kandungan senyawa sebagai pestisida nabati adalah tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.).

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٤﴾

Artinya :

⁷ Alfian Rusdy, “Efektivitas Ekstrak Nimba dalam Pengendalian Ulat Grayak (*Spodeptera litura* F.) pada Tanaman Selada”, Jurnal Floratek (4), (2009), h. 42

⁸ Dwi Indah Prawesti, “Efektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Grey) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama *Crocidolomia binotalis* pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)”, Jurnal Prodi Biologi, Vol. 6, No. 8, (2017), h. 500-501

Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik ? (QS. As-Syu, a'raa : 7)⁹

“Maksud dari ayat tersebut menurut tafsir Muhammad Quraish Shihab, mereka akan terus mempertahankan kekufuran dan pendustaan serta tidak merenungi dan mengamati sebagian ciptaan Allah di bumi ini? Sebenarnya, jika mereka bersedia merenungi dan mengamati hal itu, niscaya mereka akan mendapatkan petunjuk. Kamilah yang mengeluarkan dari bumi ini beraneka ragam tumbuh-tumbuhan yang mendatangkan manfaat, dan itu semua hanya dapat dilakukan oleh Tuhan Yang Maha Esa dan Maha Kuasa”¹⁰

Berdasarkan tafsir tersebut, Allah swt telah menciptakan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik dan bermanfaat bagi kehidupan manusia. Beberapa manfaat tumbuh-tumbuhan tersebut diantaranya sebagai sumber gizi, bahan obat, kosmetik, pestisida nabati, dan lain sebagainya. Salah satu tanaman yang Allah swt maksud dalam ayat ini adalah kelor (*Moringa oleifera* L.)

Kelor dikenal sebagai *The Miracle Tree* (pohon ajaib) karena terbukti secara alamiah merupakan sumber gizi berkhasiat obat yang kandungannya di luar kandungan tanaman pada umumnya.¹¹ Berdasarkan uji fitokimia, daun kelor memiliki kandungan senyawa kimia seperti alkaloid, flavonoid, fenolat, triterpenoid/steroid, dan tanin¹². Senyawa kimia yang terdapat dalam daun kelor sudah terbukti efektif

⁹Al-Huda, *Mushaf Al-Qur'an Terjemahan*, (Jakarta : 2005), h. 368

¹⁰<http://tafsir.com/26-asy-syuaara/ayat-7#tafsir-qurais-shihab>

¹¹Shinta Susanti Toripah, dkk, “Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Total Felonik Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)”, *Jurnal Ilmiah Farmasi*, Vol. 3, No. 4, (2014), h. 39

¹²I Wayan Dwika Pratama Putra, dkk, “Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera*) di Bali”, *Jurnal Indonesia Medicu Veterinus*, Vol. 5, No. 5, (2016), h. 468

digunakan sebagai larvasida dan antibakteri. Namun, belum ada penelitian yang menyatakan bahwa kandungan senyawa kimia yang ada dalam daun kelor efektif digunakan sebagai pestisida nabati terhadap hama ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.). Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Efektivitas Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) dalam Pengendalian Ulat Krop(*Crocitolomia pavonana* F.) pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*).”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah :

1. Penurunan produktivitas kubis di Indonesia pada tahun 2014 mencapai 3,03 %, dan di Provinsi Lampung mencapai 24,81 % dikarenakan oleh serangan hama ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.)
2. Sebagian besar petani mengendalikan hama ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.) dengan menggunakan pestisida sintesis yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan.

3. Masih rendah dan kurangnya kesadaran masyarakat khususnya petani tentang bahaya penggunaan pestisida sintesis bagi lingkungan dan kesehatan.
4. Kurangnya pengetahuan para petani mengenai pemanfaatan dari tanaman kelor sebagai pestisida nabati

C. Batasan Masalah

Agar pembahasan dapat focus dan mencapai harapan, maka permasalahan penelitian hanya dibatasi pada :

1. Bagian tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) yang digunakan hanya bagian daunnya saja
2. Hama yang menjadi indikator penelitian adalah hanya ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) efektif dalam pengendalian ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui apakah ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) efektif dalam pengendalian ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)

F. Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti yaitu menambah wawasan peneliti dalam ilmu biologi dan sebagai sumber data dalam menyusun skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana.
2. Sebagai sumbangan informasi bagi mahasiswa, dosen, dan instansi serta pihak-pihak terkait dalam bidang pertanian tentang pestisida nabati yang berasal dari tanaman kelor.
3. Sebagai sumbangan informasi bagi masyarakat tentang pestisida nabati yang aman dan mudah didapat untuk mengendalikan ulat krop

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

2.1 Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)

Kubis merupakan kelompok tanaman yang dikenal sebagai *cole crops*. Kata "cole" berasal dari kata "col" di Middle English. Orang Romawi menyebut tanaman ini sebagai "*caulis*", sedangkan orang Yunani menyebutnya sebagai "*kaulion*". Kesemua kata tersebut pada dasarnya berarti batang.¹³ Kubis merupakan tanaman setahun atau yang berbentuk perdu. Rasa daunnya segar, renyah, dan sedikit manis. Kubis dapat digunakan sebagai sayur, lalapan maupun bahan pelengkap masakan yang lain.¹⁴



Gambar 1. Tanaman Kubis (*Brassica oleracea*)
Dokumentasi pribadi

¹³ Adiyoga W, dkk, "*Profil Komoditas Kubis*", (Bandung: Balitsa, 2004), h. 43

¹⁴ Hendro Sunarjono, "*Bertanam 30 Jenis Sayuran*", (Bogor : Penebar Swadaya, 2003), h. 62

Klasifikasi tanaman kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) adalah :

Regnum : plantae
Super Divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida (dikotil)
Ordo : Papavorales
Famili : Brassicaceae
Genus : Brassica
Spesies : *Brassica oleracea* L.¹⁵

1. Morfologi Kubis

a. Akar

Sistem perakaran, tanaman kubis memiliki akar tunggang (*radix primaria*) dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang (silindris) menyebar kesemua arah dengan kedalaman antara 30-50 cm. Akar-akar berfungsi antara lain menghisap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman.¹⁶

b. Batang

Batang tanaman kubis pendek sekali dan beruas-ruas sehingga hampir tidak terlihat. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun.

¹⁵ Tomi Zaponi dan Chairi Fitri, “*Kamus Nomenklatur (Flora dan Fauna)*”, (Jakarta : Bumi Aksara, 2017), h. 747

¹⁶ Gembong Tjitrosoepomo, “*Morfologi Tumbuhan*”, (Yogyakarta : Gajah Mada University Press, 1985), h. 48

Bentuk daunnya bulat telur sampai lonjong dan lebar seperti kipas.¹⁷ Tanaman kubis termasuk ke dalam golongan *planta acaulis*, artinya memiliki batang, namun tidak tampak jelas terlihat. Karena umumnya batang memiliki sifat yang tumbuh tegak, mempunyai ruas dan berbuku-buku, pada batang yang bersifat roset akar, batang merupakan struktur yang pendek. Keadaan ini menyebabkan daun-daun yang duduk pada batang tersusun sangat rapat, seakan-akan keluar dari bagian atas akar.

Batang akan terlihat dengan jelas pada saat berbunga, bila tumbuhan memasuki tahap pembungaan, dari tengah-tengah roset tempat berkumpulnya daun akan muncul batang yang tumbuh cepat dengan daun-daun yang tersusun jarang dan mendukung bunga-bunganya.¹⁸

c. Daun

Pertumbuhan vegetatif kubis berhenti apabila ditandai dengan terbentuknya krop atau telur (head) pada kubis. Krop atau telur sebenarnya adalah daun-daun yang tumbuh secara menyatu dan memadat serta kompak dari luar ke dalam.

¹⁷ Syafri Edi, dan Julistia Bobihoe, “*Budidaya Tanaman Sayuran*”, (Jambi : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi, 2010), h. 18

¹⁸ Dewi Rosanti, “*Morfologi Tumbuhan*”, (Jakarta : Erlangga, 2013), h.56-57

Daun-daun tersebut saling menutupi atau melindungi satu sama lain menjadi satuan yang kompak hingga daun berwarna putih berseri.¹⁹

d. Bunga, Buah dan Biji

Pertumbuhan yang dihasilkan tanaman ini adalah *crop*. Selanjutnya, krop akan pecah dan keluar malai bunga dengan tangkai panjang. Mahkota bunga tegak dan berwarna kuning. Buah polong berbentuk silindris. Tiap buah mengandung banyak biji yang berwarna cokelat kelabu. Perbanyak tanaman dengan biji atau setek tunas.²⁰

2. Syarat Tumbuh Kubis dan Kandungan Nutrisi

Kubis dapat tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi. Pada dataran rendah kubis merupakan salah satu tanaman sayuran yang memiliki potensi untuk dikembangkan, karena peluang pasar yang terbuka lebar. Pertumbuhan optimum didapatkan pada tanah yang banyak mengandung humus, gembur, porus, pH tanah antara 6-7. Kubis dapat ditanam sepanjang tahun dengan pemeliharaan lebih intensif.²¹

Tanaman kubis dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah dengan suhu 26,3-26,5° C dan di dataran tinggi dengan suhu 20° C. Kubis memiliki banyak manfaat.

¹⁹ Leny Mulyani, “Implementasi Sistem Pertanaman Kubis: Kajian Terhadap Keragaman Hama dan Musuh Alami”, (Surakarta : Universitas Sebelas Maret, 2010), [Skripsi], h. 35

²⁰ Tomi Zaponi, *Op Cit.*, h. 748

²¹ Syafri Edi, *Op Cit.*, h. 18

Selain digunakan sebagai lalapan secara mentah, kubis juga dapat dibuat aneka sayuran. Kubis memiliki berbagai kandungan vitamin dan mineral yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Komposisi vitamin dan mineral per 100 gram kubis dalam kondisi mentah dan dikukus dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut.

Tabel 2. Komposisi Vitamin dan Mineral Dari 100 g Kubis dalam Kondisi Mentah dan Dikukus²²

Kondisi kubis	Kandungan air (%)	Protein (g)	Serat (g)	Vitamin A (SI)	Vitamin C (mg)	Kalsium (mg)	Besi (mg)
Mentah	92,4	1,3	0,8	130	47	49	0,4
Dikukus	93,9	1,1	0,8	130	33	44	0,3

2.2 Ulat Krop (*Crocitolomia pavonana* F.)

Crocitolomia pavonana Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) merupakan hama penting pada tanaman famili Brassicaceae seperti brokoli, *Brassica oleracea* L. var. italica Plenck (Grup Italica). Daerah penyebaran *C. pavonana* meliputi Asia Selatan, Australia, Asia tenggara, Afrika Selatan dan beberapa kepulauan di Samudra Pasifik. Di pulau Jawa serangga ini ditemukan baik didataran rendah maupun dataran tinggi.²³

Ulat krop dapat dijumpai di bagian bawah daun kubis. Bagian tanaman kubis yang diserang adalah daun. Daun yang diserang akan menimbulkan bercak putih. Bercak tersebut merupakan bagian epidermis permukaan atas daun yang tersisa (tidak

²² Hesti Dwi Setyaningrum dan Cahyo Saparinto, “Panen Sayur Secara Rutin di Lahan Sempit”, (Jakarta : Penebar Swadaya, 2014), h. 123

²³ Kalshoven LGE, “Pest of Crop in Indonesia”, Laan PA van der, penerjemah, (Jakarta : Ichtar Baru-Van Hoeve, 1981), Terjemahan dari : De plagen van de Cultuur gewassen in Indonesia

ikut dimakan ulat). Bercak putih itu kemudian berlubang setelah setelah lapisan epidermis mengering. Pada serangan yang parah, pucuk tanaman akan diserang dan titik tumbuh dihancurkan. Apabila serangan terjadi pada tanaman kubis yang telah membentuk krop, serangan hama dapat merusak krop dan menjadikan krop busuk karena diikuti serangan cendawan dan bakteri.²⁴ Munculnya hama ini pada tanaman kubis memberikan dampak yang serius bagi para petani kubis.



Gambar 2. Ulat krop kubis (*Crocidolomia pavonana* F.)

Dokumentasi Pribadi

Klasifikasi Ulat krop adalah :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Family	: Pyralidae
Genus	: <i>Crocidolomia</i>
Spesies	: <i>Crocidolomia pavonana</i> F. ²⁵

²⁴ Hesti Dwi Setyaningrum dan Cahyo Saparinto, *Op.Cit.*, h. 127

²⁵ Rully Rahardian, "*Biologi Insekta Entomologi Edisi Pertama*", (Yogyakarta : Geraha Ilmu, 2009), h. 139

1. Siklus Hidup Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana* F.)

Hama ulat krop merupakan salah satu jenis insekta (serangga) yang mengalami metamorfosis secara sempurna. Siklus hidup ulat krop diawali dengan telur, larva yang memiliki 5 fase, pupa (kepompong), dan imago (serangga dewasa).

a. Telur

Telur berwarna hijau kekuningan biasanya diletakkan secara berkelompok pada permukaan bawah daun kubis-kubisan. Sebelum menetas, warna telur orange berubah menjadi kuning kecoklatan lalu akan berubah menjadi coklat gelap. Telur menetas dalam waktu 4-6 hari.²⁶

b. Larva

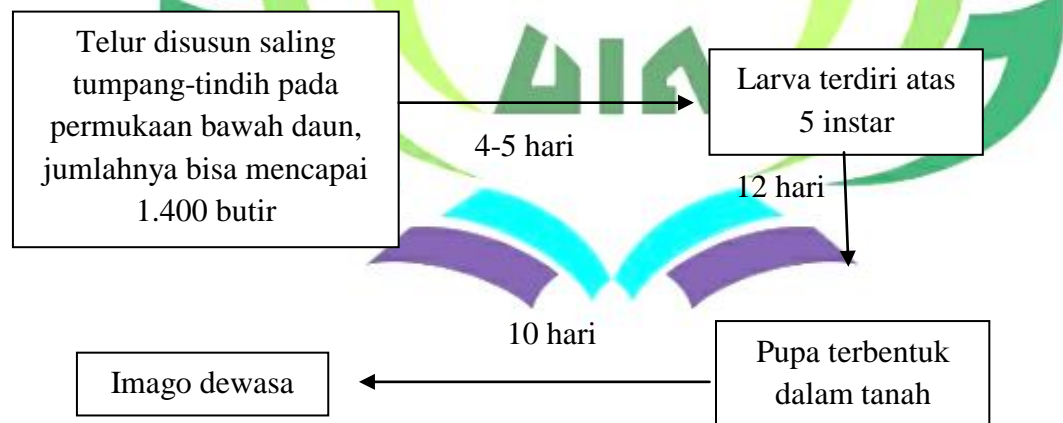
Ulat krop memiliki 5 fase larva, yaitu larva instar satu, instar dua, instar tiga, instar empat dan instar lima. Instar satu berwarna krem dengan kepala hitam kecoklatan, sedangkan instar dua berwarna hijau terang, dengan stadium 2 hari. Instar 3 berwarna hijau dengan stadium rata-rata 1,5 hari. Pada saat larva tua (instar 4 dan 5) warna tubuh tetap hijau dengan 3 garis putih pada bagian dorsal dan satu garis lateral dengan stadium rata-rata 3,2 hari. Total waktu pada saat fase larva antara 11-17 hari.

c. Pupa dan Imago

²⁶ Sastrosiswojo S, Setiawati W, “*Biology and Control of Crocidolomia binotalis in Indonesia*” (Bandung: Balithor Lembang, 1993), (9), h. 81-87.

Pupa berwarna kecoklatan dengan stadium rata-rata 10 hari pada suhu 26-33,2° C. Pembentukan pupa biasanya terjadi di dalam tanah. Setelah itu pupa akan berubah menjadi imago. Imago berbentuk ngengat nokturnal yang tidak tertarik cahaya.²⁷

Awalnya hanya menyerang keluarga Brassicaceae seperti kubis, lobak, dan sawi. Kini ulat ini juga memakan kentang dan stroberi. Hama ini melahap daun kubis dilapisan dalam. Ngengat dari Microlepidoptera ini memang binatang malam dan menghindari cahaya. Berikut adalah bagan siklus hidup anggota family Pyralidae ini sekitar 4 minggu.²⁸



²⁷ Ibid., h. 81-87.

²⁸ Argohartono Arie Raharjo, "Hama dan Penyakit Tanaman", (Jakarta : Trubus Swadaya, 2017), h. 134

Gejala yang ditimbulkan dari serangan hama *Crocidolomia pavonana* F. adalah daun sobek dan dimakan dari tepi. Pada serangan berat, hanya menyisakan bagian tengah daun saja.²⁹

2.3 Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan tanaman asli india, tepatnya berasal dari kawasan di kaki bukit Himalaya Asia Selatan. Namun, pada saat ini tanaman kelor telah banyak dibudidayakan dan beradaptasi dengan baik di daerah tropis salah satunya di negara Indonesia.³⁰ Tanaman kelor adalah tanaman berupa pohon dengan ketinggian 7-11 meter.³¹



Gambar 3. Pohon Kelor

²⁹ *Ibid.*, h. 134

³⁰ Herdi Yudirachman, Rahmat Rukmana, “*Budidaya Tanaman Lokal*”, (Bandung : Nuansa Cendikia, 2016), h. 63

³¹ Syamsul Hidayat, “*Kitab Tumbuhan Obat*”, (Jakarta : Penebar Swadaya Grup, 2015), h. 197

Sumber : Febri Hardiyanthi, 2015

Klasifikasi tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lam.) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Super Divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Capparales
Famili : Moringaceae
Genus : Moringa
Spesies : *Moringa oleifera* Lam.³²

1. Morfologi Kelor

Struktur dan morfologi dari tanaman kelor terdiri atas akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji. Deskripsi dari struktur dan morfologi tanaman kelor adalah sebagai berikut.

a. Akar

Tanaman kelor memiliki akar tunggang dengan warna putih. akar ini dapat membesar seperti lobak.³³ Kulit akar rasanya pedas dan berbau tajam. Bagian dalam berwarna kuning pucat dan bergaris halus, tidak keras, bentuknya tidak

³² *Ibid.*, h. 730

³³ Tomi Zaponi, *Op Cit.*, h. 730

beraturan, permukaan luar kulit agak licin, dan permukaan dalam agak berserabut. Bagian kayu berwarna coklat muda dan rim berserabut.³⁴

b. Batang

Batang tegak, berwarna putih kotor, kulit tipis, permukaan kasar, arah cabang tegak atau miring, cenderung tumbuh lurus dan memanjang. Arah percabangan tegak karena sudut antara batang dengan cabang amat kecil.³⁵

c. Daun

Daun majemuk bertangkai panjang, tersusun berseling, beranak daun ganjil, helai daun saat masih muda berwarna hijau muda.³⁶ Helai daun berwarna hijau muda saat masih muda dan berwarna hijau tua setelah tua. Bentuk helaian daun bulat telur, tipis lemas, ujung dan pangkal tumpul, tepi rata, pertulangan menyirip, serta permukaan atas dan bawah halus. Helaian daun kelor memiliki Panjang sekitar 1-2 cm dan lebarnya sekitar 1-2 cm.³⁷

³⁴ Herdi Yudirachman, *Op.Cit.*, h. 62

³⁵ Syamsul Hidayat, *Op.Cit.*, h. 197

³⁶ *Ibid.*, h. 197

³⁷ Tomi Zaponi, *Op Cit.*, h. 730



Gambar 4. Daun kelor

Sumber : Hafiz Irfan Muhammad, 2016

d. Bunga

Bunga muncul di ketiak daun, bertangkai panjang, kelopak berwarna putih agak krem, dan beraroma khas.³⁸ Malai bunga kelor memiliki panjang 10-15 cm, dengan 5 kelopak yang mengelilingi 5 benang sari dan 5 stamidonia. Bunga kelor muncul sepanjang tahun.³⁹



Gambar 5. Bunga kelor

Sumber : Hafiz Irfan Muhammad, 2016

³⁸ Tomi Zaponi dan Chairi Fitri, “*Kamus Nomenklatur (Flora dan Fauna)*”, (Jakarta : Bumi Aksara, 2017), h. 730

³⁹ Herdi Yudirachman, *Op.Cit.*, h. 64

e. Buah dan Biji

Buah kelor panjang berbentuk bersegi tiga dengan panjang 20-60 cm. Buah muda berwarna hijau dan buah yang sudah tua berwarna cokelat.⁴⁰ Buah kelor akan menghasilkan biji yang dapat dibuat tepung atau minyak sebagai bahan baku pembuatan obat dan kosmetik bernilai tinggi.⁴¹ Biji di dalam polong memiliki bentuk bulat dan berwarna cokelat kehitaman. Dalam setiap polong berisi 12-35 biji. Dan setiap tanaman kelor dapat menghasilkan 15.000-25.000 biji per tahun.⁴²



Gambar 6. Buah kelor

Sumber : Hafiz Irfan Muhammad, 2016

2. Kandungan Senyawa Daun Kelor

⁴⁰ Tomi Zaponi, *Op.Cit.*, h. 730

⁴¹ Syarifah Aminah *et . al*, “Kandungan Nutrisi dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*)”, *Buletin Pertanian Perkotaan*, Volume 5 Nomor 2, (2015) h. 38

⁴² Tomi Zaponi, *Op.Cit.*, h. 730

Daun kelor sangat kaya akan nutrisi, diantaranya kalsium, potasium, protein, vitamin A dan vitamin C. Selain itu, WHO juga telah menobatkan kelor sebagai pohon ajaib setelah melakukan studi dan menemukan bahwa tumbuhan ini berjasa sebagai penambah kesehatan.⁴³ Kelor diketahui mengandung lebih dari 90 jenis nutrisi berupa vitamin, mineral, asam amino, antipenuaan, dan antiinflamasi. Kelor juga mengandung 539 senyawa yang dikenal dalam pengobatan tradisional di Afrika dan India serta telah digunakan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit.⁴⁴

Beberapa penelitian melakukan uji skrining fitokimia terhadap daun kelor untuk mengetahui kandungan senyawa kimia pada daun kelor.

Tabel 3. Hasil Uji Skrining Fitokimia dari Ekstrak Etanol Daun Kelor⁴⁵

No	Uji Fitokimia	Daun Kelor
1	Alkaloid	+
2	Flavonoid	+
3	Tanin	+
4	Saponin	-
5	Steroid	+
6	Triterpenoid	+

Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa daun kelor memiliki beberapa senyawa metabolit sekunder yang meliputi alkaloid, flavonoid, tannin, steroid, dan

⁴³ Symasul Hidayat, *Op Cit.*, h. 197&198

⁴⁴ Shinta Susanti Toripah, dkk, "Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Total Felonik Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)", *Jurnal Ilmiah Farmasi*, Vol 3, No 4, (2014), h. 38

⁴⁵ I Wayan Dwika Pratama Putra, dkk, "Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera*) di Bali", *Jurnal Indonesi Medicus Veterinus*, Vol 5, No 5, (2016), h. 468

triterpenoid. Tanin pada daun kelor berperan sebagai pendenaturasi protein serta mencegah proses pencernaan bakteri. Tannin mempunyai rasa pahit yang tidak disukai oleh beberapa serangga sehingga bisa digunakan sebagai pertahanan diri bagi tumbuhan.⁴⁶ Ketika senyawa tannin melakukan interaksi dengan protein maka dapat bersifat racun (toksik) yang mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan dan mengurangi nafsu makan serangga melalui penghambatan aktivitas enzim pencernaan.⁴⁷ Sedangkan flavonoid yaitu senyawa yang mudah larut dalam air untuk kerja antimikroba dan antivirus.⁴⁸ Flavonoid memiliki sifat anti serangga (*repellent*) dengan cara menimbulkan kelayuan syaraf pada beberapa organ vital serangga yang dapat menyebabkan kematian, seperti pernapasan.⁴⁹ Alkaloid merupakan senyawa yang mengandung nitrogen yang bersifat basa dan mempunyai aktifitas farmakologis.⁵⁰ Bagi tumbuhan, alkaloid berfungsi sebagai senyawa racun yang melindungi tumbuhan dari serangga atau herbivora (hama dan penyakit),

⁴⁶ Astuti, R. B., “Pengaruh Pemberian Pestisida Organik dari Mindi (*Melia azederech* L.), Daun Pepaya (*Carica papaya* L.), dan Campuran Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) dan Mindi (*Melia azederech* L.) Terhadap Hama dan Penyakit Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.)”, [Skripsi], (Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma, 2016), h. 15

⁴⁷ Anak Agung Gede G. Y., dkk, “Pengaruh Beberapa Jenis Ekstrak Daun Gulma terhadap Biologi Ulat Krop Kubis (*Crociodolomia pavonana* F.) di Laboratorium”, E-Jurnal Agroetknologi Tropika, Vol 6, No 4 , (2017), h. 374-375

⁴⁸ Naiborhu PE, “Ekstraksi dan Manfaat Ekstrak Mangrove (*Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris*) sebagai Bahan Alami Antibakterial pada Patogen Udang Windu, *Vibrio herveyi* “ [Tesis], (Bogor : Sekolah Pascasarjana IPB), 2002, h. 37

⁴⁹ Joseph K. Musau, et. all., “Phytochemical Compotition and Larvacidal Properties of Plants Used for Mosquito Control in Kwale”,

⁵⁰ Lumbarjana LB, “Skrining Fitokimia dan Uji Efek Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Tempuyang (*Sonchus arvenis* L.) terhadap Radang pada Tikus” [Tesis], (Medan : Universitas Sumatera Utara), 2009, h. 390

pengatur tumbuh atau sebagai basa mineral untuk mempertahankan keseimbangan ion.⁵¹

3. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman.⁵² Salah satu jenis metode ekstraksi yang dapat digunakan adalah metode maserasi. Maserasi merupakan salah satu metode pengekstrakan simplisia nabati menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengadukan atau pengocokan pada suhu ruangan (kamar). Maserasi digunakan untuk menarik zat-zat berkhasiat yang tahan pada temperatur panas maupun yang tidak tahan dengan temperature panas.⁵³

Beberapa kekurangan dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu

⁵¹ Immy Suci Rohyana, Evy Aryanti, dan Suripto, “Kandungan Fitokimia Beberapa Jenis Tumbuhan Lokal yang Sering Dimanfaatkan Sebagai Bahan Baku Obat di Pulau Lombok”, *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, Vol 1, Nomor 2, (2015) , h. 389

⁵² Mukhriani, “Ekstraksi, Pemisahan Senyawa dan Identifikasi Senyawa Aktif”, *Jurnal Kesehatan*, Vol 7, No. 2, (2014), h. 361

⁵³ Istiqomah, Op.Cit., h. 12

kamar. Namun, metode maserasi juga memiliki kelebihan yaitu dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil.⁵⁴

Ekstrak adalah sediaan kental yang diperoleh dengan cara mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hamper semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang terisi diperlakukan sedemikian sehingga memenuhi baku yang telah ditetapkan.⁵⁵

2.4 Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

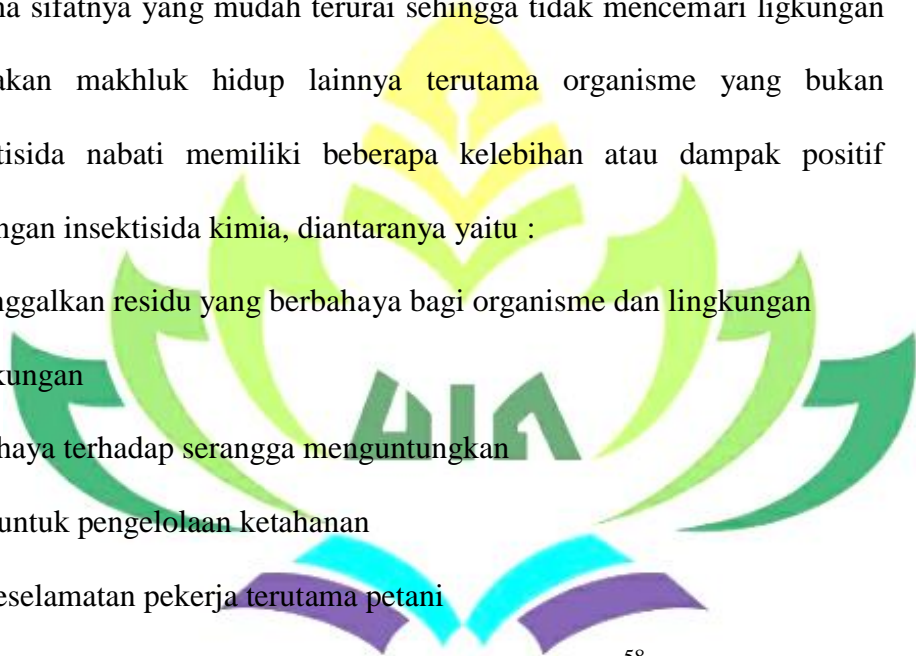
Pada beberapa kasus, petani sering kali menggunakan insektisida kimia sebagai cara untuk mengendalikan hama yang merusak tanaman. Namun penggunaan insektisida kimia yang tidak tepat dan secara terus menerus dapat menimbulkan berbagai efek samping yang merugikan, yaitu resistensi dan resurgensi, terbunuhnya musuh alami, pencemaran lingkungan, dan masalah residu pada hasil panen.⁵⁶ Salah satu cara pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) adalah dengan menggunakan insektisida nabati. Sehingga dapat mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan dari insektisida kimia.

⁵⁴ Mukhriani, Op.Cit., h. 362

⁵⁵ Istiqomah, "Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokletasi Terhadap Kadar Piperin Buah Cabe Jawa (*Piperis retrofracti fructus*)", (Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2013), [skripsi], h. 16

⁵⁶ Rahayu SK, Wijayanti R, NS YV Pardjo, "Effectiveness of Onion Ekstract For Control Cabbagehead Caterpillar (*Crocidolomia pavonana*)", *J Agron Res* 2 (4), (2013), h. 66-73

Insektisida nabati adalah insektisida yang bahan dasar pembuatannya berasal dari tumbuhan. Tumbuhan sendiri mempunyai senyawa-senyawa hasil metabolit sekunder dalam tubuhnya yang digunakan untuk mempertahankan diri terhadap organisme pengganggu/predator. Insektisida nabati sendiri aman dan ramah lingkungan karena sifatnya yang mudah terurai sehingga tidak mencemari lingkungan dan membahayakan makhluk hidup lainnya terutama organisme yang bukan sasaran.⁵⁷ Insektisida nabati memiliki beberapa kelebihan atau dampak positif dibandingkan dengan insektisida kimia, diantaranya yaitu :

- 
- a. Tidak meninggalkan residu yang berbahaya bagi organisme dan lingkungan
 - b. Ramah lingkungan
 - c. Tidak berbahaya terhadap serangga menguntungkan
 - d. Alat efektif untuk pengelolaan ketahanan
 - e. Kepastian keselamatan pekerja terutama petani
 - f. Mengurangi jumlah pestisida konvensional yang dibutuhkan.⁵⁸

Selain memiliki kelebihan insektisida nabati juga memiliki beberapa Kelemahan diantaranya sebagai berikut :

- a. Daya kerjanya lambat, tidak dapat dilihat dalam jangka waktu cepat

⁵⁷ Dwi Indah Prawesti, "Efektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama *Crocidolomia binotalis* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)", *Jurnal Prodi Biologi*, Vol 06, Nomor 8, (2017), h. 499

⁵⁸ Loekas Soesanto, *Pengantar Pestisida Hayati*, (Jakarta : Rajawali Pres), 2017, h. 60

- b. Pada umumnya tidak mematikan langsung hama sasaran, tetapi hanya bersifat mengusir dan menyebabkan hama menjadi tidak berminat mendekati tanaman budi daya
- c. Mudah rusak dan tidak tahan terhadap sinar matahari
- d. Daya simpan relatif pendek sehingga harus segera digunakan setelah diproduksi dan ini menjadi hambatan dalam memproduksi pestisida nabati secara komersial
- e. Perlu penyemprotan berulang-ulang sehingga dari sisi ekonomi tidak efektif dan efisien.⁵⁹

B. Penelitian Relevan

Sudah banyak penelitian yang membuktikan bahwa tumbuhan dapat dijadikan sebagai insektisida nabati, terutama yang digunakan sebagai insektisida terhadap hama *Crocidolomia pavonana* F. atau hama ulat krop pada kubis. Berikut ini adalah kesimpulan dari beberapa penelitian relevan selama 5 tahun terakhir mengenai insektisida nabati untuk hama *Crocidolomia pavonana* F.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Hasnah pada tahun 2013 tentang keefektifan ekstrak daun pare (*Momordica charantia*) dalam mengendalikan *Cocidolomia pavonana* F. pada tanaman sawi, menyatakan bahwa ekstrak daun pare dengan konsentrasi 25 % sudah mampu mengendalikan pertumbuhan *Crocidolomia*

⁵⁹ M. Sudjak Saenong, "Tumbuhan Indonesia Potensial Sebagai Insektisida Nabati Untuk Mengendalikan Hama Kumbang Bubuk Jagung (*Sitophilus Spp.*)", *Jurnal Litbang Pertanian*, Vol. 35, No. 3, 2016, h. 133

pavonana F. sampai sebesar 70 %. Daun pare mengandung senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, saponin, minyak lemak, dan momordisin yang dapat bertindak sebagai racun perut sehingga menyebabkan larva mati kelaparan.⁶⁰

2. Penelitian Dono menyatakan bahwa ekstrak kulit biji jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) yang diekstraksi dengan senyawa metanol terbukti bersifat toksik terhadap hama *Crocidolomia pavonana* F. dengan nilai LC₅₀ sebesar 0,29 % pada 7 Hari Setelah Aplikasi (HSA).⁶¹
3. Ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) juga dapat digunakan sebagai pengendali hama *Crocidolomia pavonana* F. karena memiliki kandungan berupa senyawa-senyawa aktif seperti alkaloid, polifenol, kuinon, flavonoid, terpenoid, dan enzim *papain*. Penelitian ini dilakukan oleh Noorbetha Julaily, dengan melihat kerusakan pada tanaman sawi yang diberi ekstrak daun pepaya. Konsentrasi yang paling tinggi dalam penelitian ini yaitu 100 %

⁶⁰ Hasnah, Husni, dan Nezpi Noza Purnama, “Keefektifan Ekstrak Daun Pare (*Momordica charantia*) dalam Mengendalikan *Crocidolomia pavonana* F. Pada Tanaman Sawi”, *Jurnal Floratek*, Vol. 8, (2013), h. 56

⁶¹ Dono, D, dan Susanerwinur, “Toksitas dan Antioviposisi Ekstrak Metanol Kulit Biji Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.)(Anacardiaceae) Terhadap *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae)”, *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*, Vol. 15, No. 2, (2013), h. 82

dengan kerusakan daun sawi yang ditimbulkan akibat *Crocidolomia pavonana* F. sebesar 0 %.⁶²

4. Efektivitas ekstrak daun kembang bulan (*Tithonia diversifolia* (Hamsley) A. Gray) sebagai pestisida nabati pengendalian hama *Crocidolomia binotalis* pada tanaman sawi (*Brassica juncea* L.), menyatakan bahwa pada dosis 25 % memberikan dampak peningkatan mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* sama dengan kontrol yang menggunakan pestisida sintetis. Penelitian ini dilakukan oleh Dwi Indah Prawesti. Menurut Prawesti, daun kembang bulan ini berpengaruh terhadap mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* karena mengandung senyawa bioaktif berupa terpen, glikosida, alkaloid, flavonoid, dan saponin yang berdampak pada gangguan syaraf pada larva, racun perut, racun kontak dan menghambat indra perasa pada larva yang terpapar ekstrak daun kembang bulan.⁶³
5. Orpan Frasawi dalam penelitiannya menyatakan bahwa ekstrak akar tuba 10 % merupakan konsentrasi paling efektif yang dapat membunuh 19 larva dari

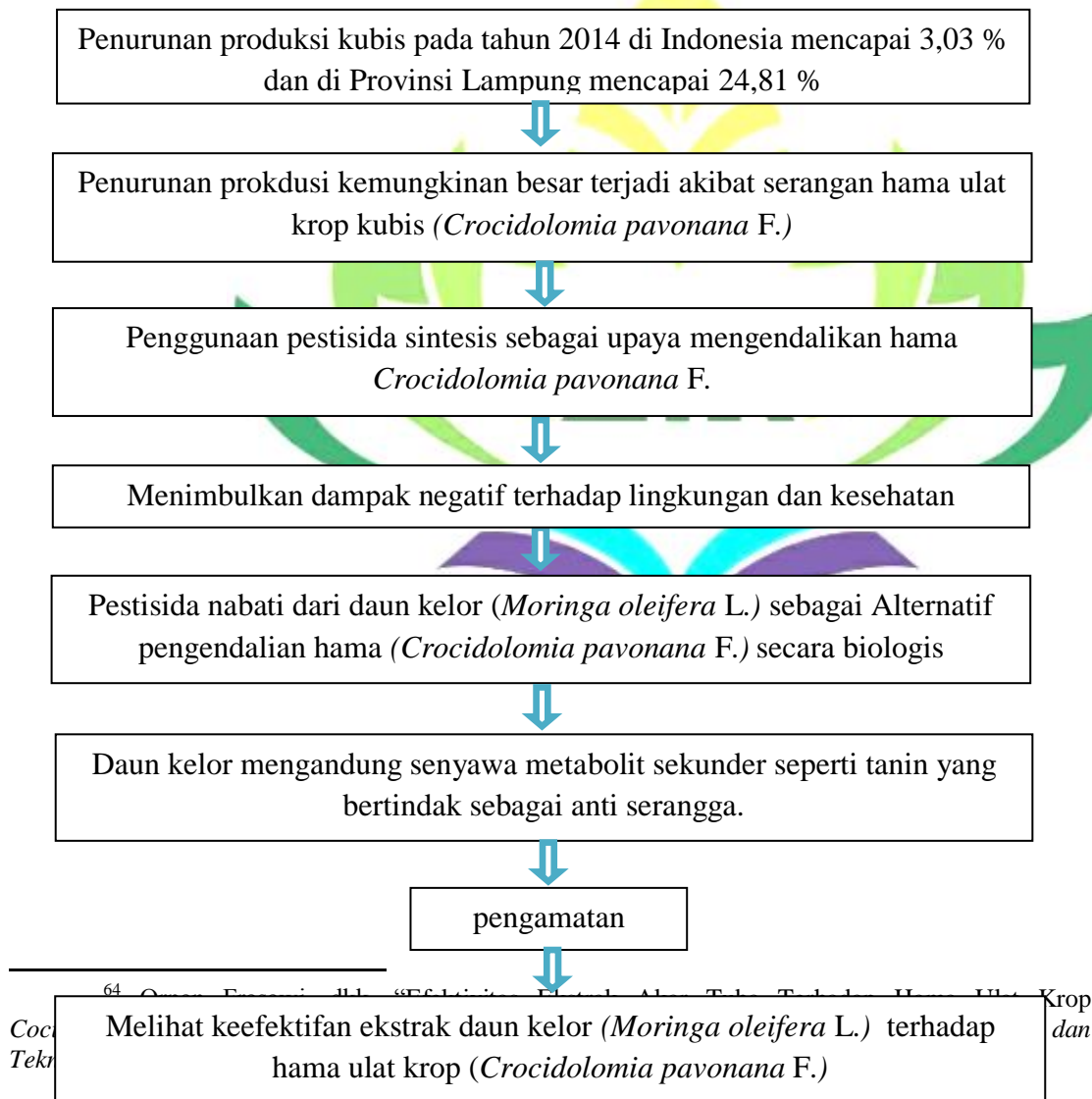
⁶² Noorbetha Julaily, Mukarlina, dan Tri Risma Setyawati, "Pengendalian Hama pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Menggunakan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.)", *Jurnal Protobiont*, Vol. 2, No. 3, (2013), h. 174

⁶³ Dwi Indah Prawesti, Op.Cit., h. 501

20 larva *Crocitolomia pavonana* F. dengan rata-rata persentase mortalitas larva sebesar 91,25 %.⁶⁴

C. Kerangka Pemikiran

Kerangka pikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Berdasarkan uraian bagan tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang efektivitas ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dalam pengendalian ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) dengan menggunakan dua variabel. Pada penelitian ini dua variabel yang digunakan adalah variabel bebas yang dilambangkan dengan huruf X dan variabel terikat dilambangkan dengan huruf Y.



Gambar 7. Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat

Keterangan :

X : Eksrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Y : Pengendalian ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)

D. Hipotesis

Adapun rumusan hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

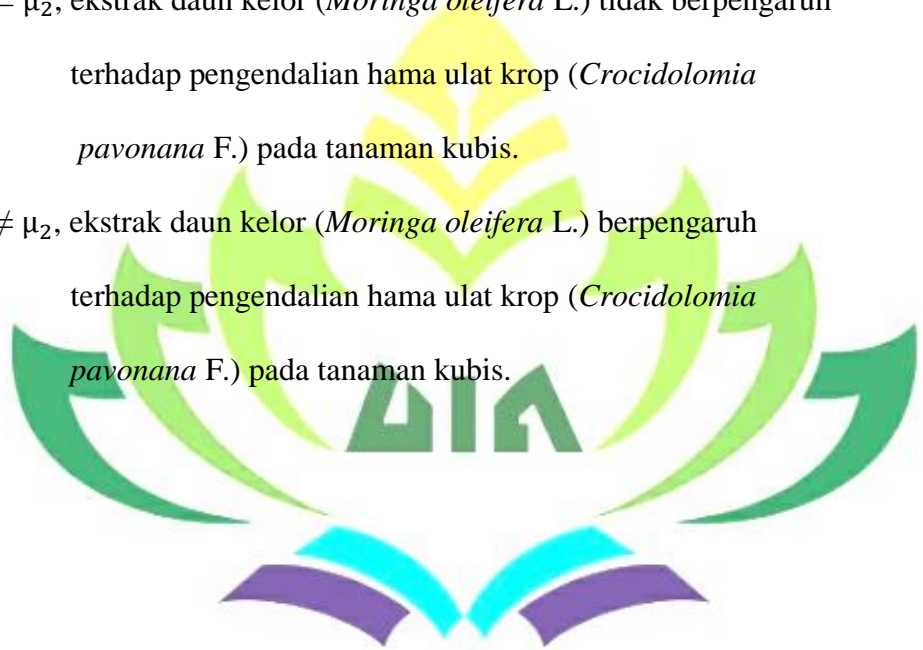
1. Hipotesis Penelitian

Penggunaan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) efektif dalam mengendalikan hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)

2. Hipotesis Statistik

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$, ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) tidak berpengaruh terhadap pengendalian hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis.

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$, ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) berpengaruh terhadap pengendalian hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di gedung Laboratorium prodi Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, bertujuan untuk mengetahui efektifitas ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai insektisida nabati dalam pengendalian hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). Pembuatan ekstrak dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Mei 2018.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini dibutuhkan alat dan bahan untuk mendukung tercapainya hasil penelitian diantaranya, yaitu timbangan, gunting, blender, gelas ukur, spet 10 ml, *rotary evaporator* (*vacuum evaporator*), aluminium foil, pinset, tissue, erlenmeyer, stoples, jarum pentul, plastik, batang pengaduk, doubletipe, karet gelang, botol M150, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan ialah insektisida kimia, kain kasa, kapas, aquades, madu, daun kubis, ekstrak daun kelor (etanol 96 %, daun kelor), dan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.)

C. Populasi dan Sampel Penelitian



Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) yang berasal dari tanaman kubis di Kabupaten Tanggamus. Sedangkan untuk sampel yang akan digunakan pada setiap perlakuan adalah sebanyak 10 larva *Crocidolomia pavonana* F. instar II dengan 3 kali pengulangan sehingga akan didapatkan jumlah total sampel yang akan digunakan.⁶⁵ Sampel yang digunakan berasal dari perindukan yang berbeda agar didapatkan keberagaman parental. Penelitian ini menggunakan 4 taraf konsentrasi dengan akuades sebagai kontrol negatif, dan insektisida kimia sebagai kontrol positif. Sehingga jumlah keseluruhan dari larva hama *Crocidolomia pavonana* F. instar II yang akan digunakan adalah sebanyak 180 larva *Crocidolomia pavonana* F.

D. Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 taraf konsentrasi perlakuan yaitu 20 %, 30 %, 40 % dan 50 % dengan akuades sebagai kontrol negatif, dan insektisida kimia sebagai kontrol positif. Penetapan konsentrasi ekstrak etanol daun kelor pada penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Hasnah, et.al (2013) yang dimodifikasi.⁶⁶ Setiap

⁶⁵ Dono, D, dan Susanerwinur, "Toksisitas dan Antioviposisi Ekstrak Metanol Kulit Biji Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.)(Anacardiaceae) Terhadap *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae)", *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*, Vol. 15, No. 2, (2013), h. 81

⁶⁶ Hasnah, Husni, dan Nezpi Noza Purnama, "Keefektifan Ekstrak Daun Pare (*Momordica charantia*) dalam Mengendalikan *Crocidolomia pavonana* F. Pada Tanaman Sawi", *Jurnal Floratek*, Vol. 8, (2013), h. 54

perlakuan diulangi sebanyak 3 kali ulangan sehingga jumlah unit percobaan sebanyak 18 unit percobaan. Masing-masing perlakuan terdiri dari 10 ekor ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.) dengan pemeliharaan yang akan dilaksanakan di Laboratorium Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Lima perlakuan dengan satu konsentrasi negatif pada penelitian ini yaitu dituliskan dengan K0 untuk konsentrasi kontrol negatif 0 %, K1 untuk konsentrasi 20 %, K2 untuk konsentrasi 30 %, K3 untuk konsentrasi 40 %, K4 untuk konsentrasi 50 % dan K5 untuk konsentrasi kontrol positif dengan menggunakan insektisida kimia. Pembuat larutan dalam beberapa konsentrasi yang berbeda dapat menggunakan rumus pengenceran berikut : $V_1M_1 = V_2M_2$.

E. Cara Kerja

1. Pembuatan Ekstrak Daun Kelor

Pembuatan ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*) berdasarkan metode Fitriyanti Djumaati, dkk (2018) dan Susi Dewiyeti (2015), yang dimodifikasi. Pertama yang harus dipersiapkan lebih dahulu adalah daun kelor segar sebanyak 4 kg. Kemudian dikeringanginkan, daun kelor (*Moringa oleifera*) yang sudah kering diblender hingga membentuk serbuk halus. Selanjutnya adalah tahap maserasi menggunakan pelarut etanol 96 %. Setelah 3 hari proses maserasi dihentikan, sampel daun kelor yang direndam tersebut disaring menggunakan

corong Buchner yang dilapisi kertas saring.⁶⁷ Filtrat hasil saringan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu maksimal 50°C selama satu hari yang nantinya akan menghasilkan fraksi kasar berupa ekstrak cair yang pekat. Kemudian ekstrak cairan pekat yang diperoleh ini disimpan dalam lemari es dengan suhu 4°C hingga saat digunakan.⁶⁸

2. Pelaksanaan Laboratorium

a. Persiapan Larva Ulat Krop

Serangga uji yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah larva *Crociodolomia pavonana* F. Larva uji ini diperoleh dari tanaman kubis yang ada di Kabupaten Tanggamus. Selanjutnya, dibawa ke Laboratorium Jurusan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung untuk di pelihara.

Larva dipelihara dalam stoples dan diberi pakan daun kubis bebas pestisida. Larva yang akan menjadi kepompong akan dipindahkan ke dalam kurungan plastik berisi tanah steril, dimana bagian atas kurungan plastik akan diberi kain kasa sebagai penutup. Kepompong *Crociodolomia pavonana* F.

⁶⁷ Djumaati, Fitriyanti, Paulina V. Y. Yamlean, Widya Astuti Lolo, "Formulasi Sediaan Salep Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) dan Uji Aktivitas Antibakterinya Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*", *Jurnal Ilmiah Farmasi*, Vol. 7, No. 1, 2018, h. 24

⁶⁸ Susi Dewiyeti, dan Saleh Hidayat, "Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) sebagai Penurun Kadar Glukosa Darah Mencit Jantan (*Mus musculus* L.) Hiperglikemik", *Jurnal Penelitian Sains*, Vol. 17, No. 2, 2015, h. 2015

dipelihara hingga menjadi imago. Pada fase imago, dilakukan pemberian makan berupa larutan madu 10 % yang di serap pada kapas. Kemudian menyiapkan daun kubis bebas pestisida yang akan dimasukkan ke dalam kurungan plastik berisi imago sebagai tempat untuk peletakan telur *Crocitolomia pavonana* F. Daun yang sudah terdapat telur *Crocitolomia pavonana* F. akan dipindahkan ke stoples (kotak plastik). Pemeliharaan larva terus dilakukan sampai beberapa generasi.⁶⁹

Pada penelitian ini larva yang digunakan adalah larva instar II, karena larva instar II mulai aktif bergerak dan membutuhkan makanan yang lebih banyak untuk menuju fase dewasa. Sehingga setelah telur menetas kembali, larva harus dipelihara sampai instar II. Larva instar II siap digunakan dalam penelitian, dan selebihnya dapat digunakan kembali untuk perbanyakan.

b. Teknik Pelaksanaan Penelitian

Pengujian dilakukan dengan metode celup atau perendaman daun (*leaf dipping method*).⁷⁰ Daun kubis dipotong menjadi segi empat dengan ukuran 5 x 5 cm. Kemudian daun tersebut dicelupkan ke dalam ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dengan 4 konsentrasi ekstrak yang berbeda yaitu 20 %, 40 %, 60 %, dan 80 %.

⁶⁹ Danar Dono dan Rismanto, “Aktivitas Residu Ekstrak Biji *Barringtonia asiatica* (L.) Kurz. Terhadap Larva *Crocitolomia pavonana* F. (Lepidoptera : Pyralidae)”, *Jurnal Agrikultura*, Vol. 19, No. 3, 2008, h. 186

⁷⁰ *Ibid.*, h. 80

30 %, 40 %, dan 50 % serta akuades sebagai kontrol negatif, dan pestisida sintesis sebagai kontrol positif selama 5 detik lalu dikeringanginkan pada suhu ruang selama 2 detik. Setelah itu daun kubis yang dikenai perlakuan diletakkan ke dalam stoples. Kemudian larva *Crocitolomia pavonana* F. yang telah mencapai instar II diinfestasikan ke dalam stoples sebanyak 10 larva.⁷¹ Larva uji dipuasakan selama 1-2 jam terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian.

Penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali ulangan untuk setiap perlakuan. Larva *Crocitolomia pavonana* F. dibiarkan memakan daun kubis yang telah diberi perlakuan. Kemudian pengamatan larva *Crocitolomia pavonana* F. dilakukan setiap 24 jam, 48 jam, dan 72 jam setelah perlakuan.⁷² *Crocitolomia pavonana* F. Kriteria pengamatan adalah menghitung larva uji yang mati pada setiap perlakuan. Dikatakan mati apabila mengalami perubahan warna dan tidak bergerak ketika disentuh dengan jarum pentul.

F. Teknik Pengambilan Data

Pengamatan ini dilakukan dengan menghitung dan mencatat jumlah larva *Crocitolomia pavonana* F. yang mati sejak satu hari setelah aplikasi. Pengamatan

⁷¹ Hasnah, Husni, dan Nezpi Noza Purnama, Op.Cit., h. 55

⁷² Annisa Nurfajrina, “Kesesuaian Ekstrak *Piper* spp. (Piperaceae) Untuk Meningkatkan Toksisitas Ekstrak *Tephrosia vogelii* Terhadap Ulat Krop Kubis, *Crocitolomia pavonana*”, [skripsi], (2014), h.7

dilakukan dengan interval waktu 72 jam (3 hari). Mortalitas larva dapat dihitung dengan menggunakan rumus yaitu :

$$M = \frac{d}{n} \times 100 \%$$

Keterangan :

M = mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. (%)

d = jumlah larva *Crocidolomia pavonana* F. yang mati

n = jumlah larva *Crocidolomia pavonana* F. yang digunakan dalam uji

G. Teknik Analisis Data

Pada Rancangan Acak Lengkap (RAL), nilai-nilai pengamatan untuk percobaan ini diberi simbol Y_{ij}

Dimana : i = ulangan ke i ($i = 1, 2, 3, \dots, r$)

j = ulangan ke j ($j = 0, 1, 2, 3, \dots, j$)⁷³

Tabel 4. Data pengaruh perlakuan terhadap hasil percobaan⁷⁴

Perlakuan	Ulangan (U)					
	1	2	3	i...r	Jumlah (TA)	Rerata (\bar{y}_A)
K0	Y10	Y20	Y30	Yi0... Yr0	TA0	\bar{y}_A0
K1	Y11	Y21	Y31	Yi1... Yr1	TA1	\bar{y}_A1
K2	Y12	Y22	Y32	Yi2... Yr2	TA2	\bar{y}_A2

⁷³ Kemas Ali Hanafia, “Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi”, (Jakarta : Rajawali Pres, 2011), h. 35

⁷⁴ Ibid., h. 36

K3	Y13	Y23	Y33	Yi3... Yr3	TA3	$\tilde{y}A3$
K4	Y14	Y24	Y34	Yi4... Yr4	TA4	$\tilde{y}A4$
K5	Y15	Y25	Y34	Yi4... Yr4	TA5	$\tilde{y}A5$

Dari tabel ini dapat dihitung nilai-nilai T_{ij} jumlah kuadrat (*Sum of Square*) yang disingkat JK, rumus umum JK adalah : ⁷⁵

$$JK_y = T_y^2 - \frac{(T_y)^2}{n} = T (y - \tilde{y})^2$$

1. Faktor koreksi (FK) = nilai untuk mengoreksi nilai rerata (μ) dari ragam data (t) sehingga dalam analisis sidik ragam nilai $\mu = 0$

$$FK = \frac{T_{ij}^2}{rxt}$$

$$2. JK_{total} = T(Y_{ij}^2) - FK$$

$$= Y_{10}^2 + Y_{11}^2 + Y_{12}^2 + Y_{13}^2 + Y_{ij}^2 + + Y_{rt}^2$$

$$3. JK_{perlakuan} = \frac{TA^2}{r} - FK$$

$$= \frac{(TA_0^2 + TA_1^2 + TA_2^2 + TA_3^2 + + TA_j^2 + TA_t^2)}{r}$$

$$4. JK_{galat} = JK_{total} - JK_{perlakuan}$$

$$5. KT_{perlakuan} = \frac{JK_{perlakuan}}{(t-1)}$$

$$6. KT_{galat} = \frac{JK_{galat}}{(t(r-1))}$$

⁷⁵ Bambang Admadi Harsojuwono, dkk, “*Rancangan Percobaan Teori, Aplikasi SPSS, dan Excel*”, (Malang : Lintas Kata Publishing, 2011), h. 10

7. Menghitung derajat bebas dengan menggunakan rumus berikut :

$$db_{perlakuan} = t - 1$$

$$db_{galat} = (t(r - 1))$$

$$db_{total} = tr - 1$$

Hasil dari perhitungan dengan menggunakan rumus tersebut selanjutnya akan dituliskan ke dalam tabel sidik ragam seperti berikut ini :

Tabel 5. Tabel sidik ragam⁷⁶

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F_{hitung}	F_{tabel} $\alpha = 5 \%$
Perlakuan	t-1	JKP	KTP = JKP/t-1	$\frac{KTP}{KTG}$	
Galat	t (r-1)	JKG	KTG = JKG/ (t (r-1))		
Total	t.r-1	JKT			

Langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis sidik ragam (uji F). Pada tabel sidik ragam tersebut uji F terdiri atas F hitung dan F tabel. Uji F ini dimaksudkan untuk menguji hipotesis yang telah dibuat tentang pengaruh faktor perlakuan terhadap keragaman data hasil percobaan yang dilakukan peneliti. Jika H_1 diterima pada taraf uji 5 % artinya perlakuan berpengaruh nyata.

Dengan kaidah keputusan jika :⁷⁷

$$F_{hitung} = \frac{KT_{perlakuan}}{KT_{galat}} \begin{cases} \leq F_a (V_1, V_2), \text{ terima } H_0 \text{ atau } H_1 \text{ ditolak} \\ \geq F_a (V_1, V_2), \text{ tolak } H_0 \text{ atau } H_1 \text{ diterima} \end{cases}$$

⁷⁶ Ibid., h. 11

⁷⁷ Kemas Ali Hanafia, Op.Cit., h. 37

Analisis sidik ragam dapat juga dilakukan dengan program software statistik SPSS. Analisis sidik ragam yang digunakan dalam penelitian ini adalah one way ANOVA. Data yang dianalisis dengan one way ANOVA harus berdistribusi normal dan homogen, maka perlu dilakukan uji normalitas dan homogenitas terlebih dahulu. Uji normalitas merupakan analisis uji untuk mengetahui data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Jika H_0 diterima maka data berdistribusi normal dengan kaidah keputusan jika :

Signifikansi yang diperoleh $> \alpha$ (0,05), H_0 diterima (data berdistribusi normal)

Signifikansi yang diperoleh $< \alpha$ (0,05), H_0 ditolak (data tidak berdistribusi normal)

Setelah data berdistribusi normal, selanjutnya dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui apakah perlakuan dalam penelitian berasal dari varian yang sama. Jika H_0 diterima maka data homogen dengan kaidah keputusan jika :

Signifikansi yang diperoleh $> \alpha$ (0,05), H_0 diterima (data homogen)

Signifikansi yang diperoleh $< \alpha$ (0,05), H_0 ditolak (data tidak tidak homogen)⁷⁸

Jika data berdistribusi normal dan juga homogen maka dapat dilakukan analisis lanjut dengan One Way ANOVA. Kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5% untuk mengetahui beda pengaruh setiap konsentrasi.

Untuk mengetahui toksisitas dari ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) maka dapat dianalisis dengan menggunakan *Lethal Concentration* (LC_{50}) yang dihitung

⁷⁸ Bambang Admadi Harsojuwono, dkk, Op.Cit., h. 17

menggunakan analisis probit. Analisis tersebut merupakan hubungan nilai logaritma konsentrasi bahan toksik uji dan nilai probit dari persentase mortalitas hewan uji yang merupakan fungsi linier $Y = a + bx$. Nilai LC_{50} diperoleh dari anti log x, dimana x adalah logaritma bahan toksik pada $Y = 5$, yaitu nilai probit 50% hewan uji.⁷⁹ Dengan nilai a dan b diperoleh berdasarkan persamaan berikut :

$$a = \frac{1}{n} (\Sigma Y - b \Sigma X)$$

persamaan regresi : $Y = a + bx$

LC_{50} = anti log x

Keterangan :

Y : Nilai Probit Mortalitas

b : Slope/kemiringan

X : Logaritma konsentrasi bahan uji

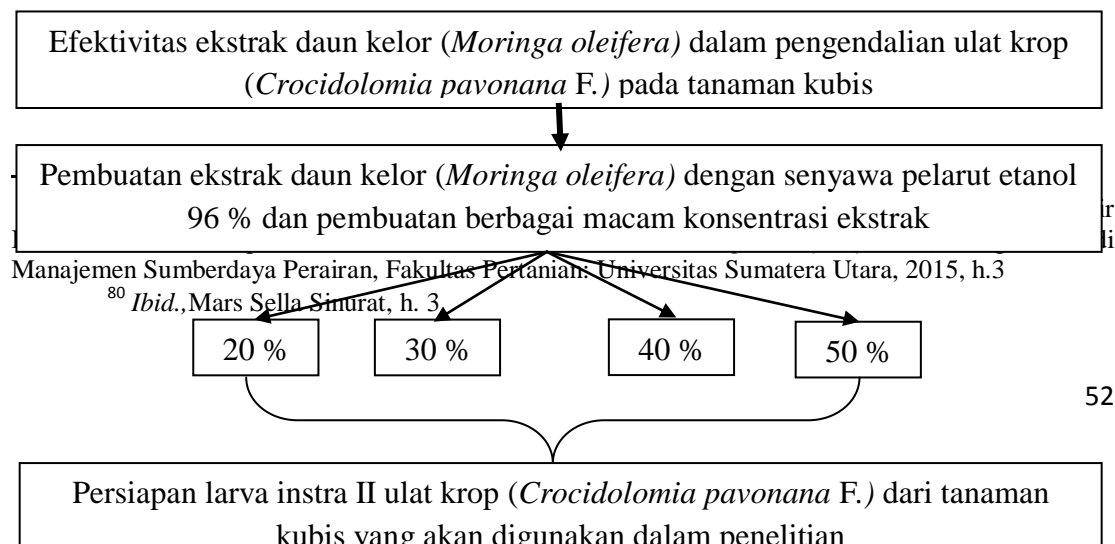
x : nilai X pada $Y = 5$

a : Konstanta

n : Jumlah hewan uji per toples⁸⁰

H. Alur Kerja Penelitian

Alur kerja yang dilakukan dalam penelitian ini dikemas dalam bentuk bagan alir sebagai berikut :



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

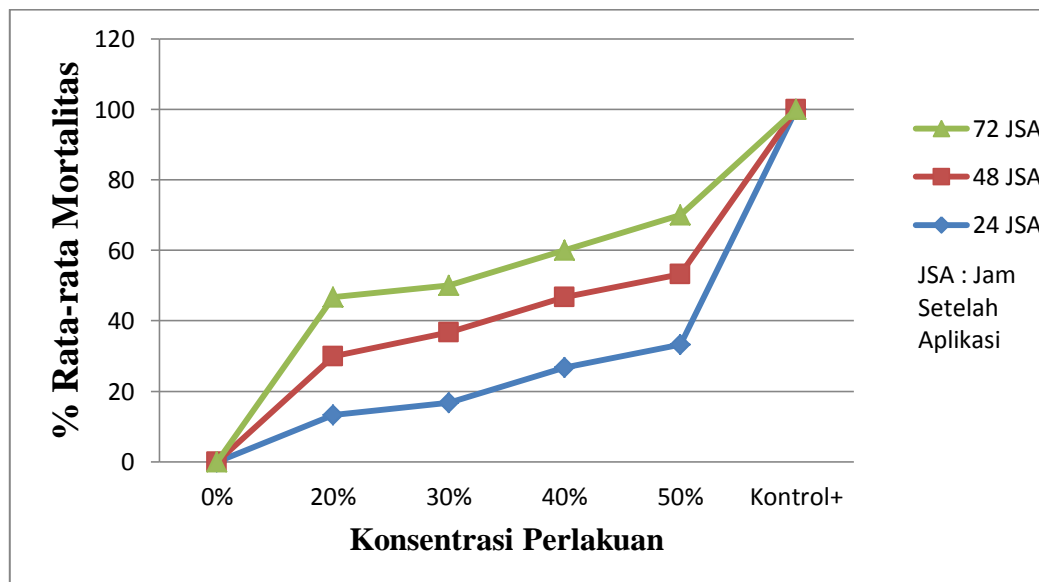
Berdasarkan hasil penelitian, pengamatan dilakukan selama 3 hari atau 72 Jam Setelah Aplikasi (JSA) ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap larva *Crocidolomia pavonana* F. Hasil pengamatan menunjukkan terdapat peningkatan jumlah kematian larva *Crocidolomia pavonana* F. seperti yang dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 6. Data Mortalitas Larva *Crocidolomia pavonana* F. selama 72 Jam Setelah Aplikasi (JSA) Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)

Perlakuan	n	T:24 Jam	T:48 Jam	T:72 Jam	Rata-rata kematian	Rata-rata % Mortalitas
		Mati				
0%	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0		
	3	0	0	0		
% Mortalitas		0	0	0		
20%	1	2	4	6	4.67	46,7
	2	2	3	5		
	3	0	2	3		
% Mortalitas		13,3	30	46,7		
30%	1	2	5	7	5	50
	2	2	4	5		
	3	1	2	3		
% Mortalitas		16,7	37	50		
40%	1	4	7	8	6	60
	2	3	5	6		
	3	1	2	4		
% Mortalitas		26,7	46,7	60		

50%	1	4	6	8	7	70
	2	3	5	6		
	3	3	5	7		
% Mortalitas		33,3	53,3	70		
kontrol +	1	10	0	0	10	100
	2	10	0	0		
	3	10	0	0		
% Mortalitas		100	0	0		

Berdasarkan tabel 6, menunjukkan bahwa mortalitas larva tertinggi terjadi pada kontrol positif yang menggunakan insektisida sintetis berupa Dursban 200EC yaitu mencapai 100%, sehingga larva *Crocidolomia pavonana* F. mengalami mortalitas dengan satu kali pengujian. Pada penggunaan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dengan berbagai konsentrasi menunjukkan hasil, semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) yang diberikan, maka semakin tinggi mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F., hal ini ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F.

Pada gambar 8, menunjukkan bahwa hasil pengamatan 72 JSA mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. tertinggi mencapai 70% pada konsentrasi 50%, sedangkan mortalitas terendah terjadi pada konsentrasi 20% yaitu mencapai 46,7%. Pada konsentrasi 30% dan 40% mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. berturut-turut yaitu 50% dan 60%. Pada kontrol negatif tidak terdapat mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. karena hanya diaplikasikan dengan aquades tanpa campuran ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.), sehingga larva *Crocidolomia pavonana* F. tidak mengalami kematian.

Data hasil mortalitas dianalisis dengan uji normalitas dan uji homogenitas yang dilakukan menggunakan aplikasi SPSS ver 17.0. Berdasarkan hasil analisis uji normalitas, diketahui nilai signifikansi untuk setiap perlakuan lebih besar dari nilai α 5% (0,05). Sehingga dapat disimpulkan bahwa data mortalitas berdistribusi normal (data terlampir).

Kemudian, untuk mengetahui apakah perlakuan dalam penelitian berasal dari varian yang sama maka dilakukan uji homogenitas. Hasil uji homogenitas menunjukkan data homogen, dengan nilai $\text{sig} = 0,150$ lebih besar dari nilai α 5% (0,05). Hal ini berarti varian (ragam) populasi adalah homogen (data terlampir), sehingga dapat dilakukan analisis lebih lanjut dengan One-way Anova.

Tabel 7. Hasil Uji One-way Anova pengaruh konsentrasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap mortalitas Larva *Crocidolomia pavonana* F.

Pengulangan	Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.
Between Groups	161.778	5	32.356	.000
Within Groups	22.667	12	1.889	
Total	184.444	17		

Berdasarkan hasil analisis pada tabel tersebut dapat dijelaskan bahwa dari 6 perlakuan yaitu 4 konsentrasi (20%, 30%, 40%, 50%) dan 2 kontrol (kontrol -, kontrol +) didapatkan nilai signifikansi 0,000. Nilai tersebut $< 0,05$, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berarti ekstrak daun kelor dengan berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. Data mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. kemudian dianalisis lanjut dengan uji LSD (*Least Significant Difference*) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil perhitungan LSD pada taraf 5% menggunakan metode *Post Hoc Test* dapat dilihat pada halaman lampiran.

Tabel 8. Hasil uji lanjut LSD pada taraf 5%

No	Perlakuan	Mean / Rata-rata \pm SD
1	KN	0,00 ^a \pm 0,000
2	20%	4,67 ^b \pm 1,528

3	30%	5,00 ^b ± 2,000
4	40%	6,00 ^b ± 2,000
5	50%	7,00 ^b ± 1,000
6	KP	10,00 ^c ± 0,000

Keterangan : huruf-huruf kecil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada $\alpha = 0,05$ dengan menggunakan uji LSD

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 8 menunjukkan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) pada konsentrasi 20%, 30%, 40%, dan 50% memiliki pengaruh yang sama terhadap tingkat mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. Namun, keempat konsentrasi tersebut memiliki perbedaan pengaruh tingkat mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. pada kontrol negatif serta kontrol positif.

Toksisitas ekstrak daun kelor dapat ditentukan dengan melihat nilai LC_{50} (*Lethal Concentration*) yang dihitung berdasarkan analisis probit. Hasil analisis probit untuk menentukan LC_{50} selama 72 jam dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Analisis Probit Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap Mortalitas Larva *Crocidolomia pavonana* F.

Konsentrasi (ppm)	Log Konsentrasi (X)	% Mati	Probit (Y)	X ²	Y ²	XY
200.000	5,30	46,7	4,92	28,09	24,20	26,08
300.000	5,48	50	5,00	30,03	25,0	27,4
400.000	5,60	60	5,25	31,36	27,56	29,4
500.000	5,70	70	5,52	32,49	30,47	31,46
Σ	22,08		20,69	121,97	107,23	114,34

Berdasarkan analisis probit dan persamaan regresi untuk menentukan nilai LC_{50} , maka diperoleh nilai LC_{50} 72 jam sebesar 251188,64315 ppm (25,11%). Sehingga besaran konsentrasi yang dapat mematikan 50% larva *Crocidolomia pavonana* F. dalam waktu 72 jam yaitu sebesar 25,11% (data terlampir).

B. Pembahasan

Pada gambar 8 grafik persentase mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. dijelaskan, peningkatan konsentrasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) yang diaplikasikan memberikan dampak pada peningkatan mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. Konsentrasi tertinggi yang dapat membunuh larva *Crocidolomia pavonana* F. adalah 50% dengan mortalitas larva terbanyak mencapai 70% dalam waktu pemaparan 72 jam.

Kontrol negatif berupa aquades pada penelitian ini tidak memberikan pengaruh terhadap mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan pestisida sintetik jenis Dursban 200EC sebagai kontrol positif. Dursban 200EC adalah salah satu jenis pestisida sintetik buatan pabrik yang sering digunakan oleh masyarakat, khususnya daerah Gisting, Kabupaten Tanggamus untuk mematikan

hama kubis termasuk ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.). Berdasarkan data hasil penelitian, kontrol positif (Dursban 200EC) mempunyai persentase mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. tertinggi yaitu 100%. Sehingga kontrol positif (Dursban 200EC) dikategorikan sebagai insektisida yang sangat efektif untuk mematikan larva *Crocidolomia pavonana* F merujuk pada tabel 10.

Tabel 10. Kriteria penilaian keefektifan suatu insektisida⁸¹

Kategori	Skor
Sangat efektif	75-100%
Efektif	50-74,9%
Cukup efektif	25-49,9%
Tidak efektif	<25%

Hal ini dikarenakan Dursban 200EC yang digunakan sebagai kontrol positif mengandung bahan aktif berupa *klorpirifos*. *Klorpirifos* berfungsi sebagai racun kontak dan racun perut (lambung) yang menyebabkan tingginya mortalitas larva pada kontrol positif.⁸² *Klorpirifos* termasuk dalam golongan organofosfat yang

⁸¹ Mery Sintia Dewi, Wachju Subchan, Jekti Prihatin, "Effectiveness Of Bintaro Seed Extract (*Cerbera odollam* Gearn) on Armyworm (*Spodoptera litura* (Fibricius) Mortality", *Jurnal Bioedukasi*, Vol.XVI No. 1 (April 2018), h. 32

⁸² Siburian Asikin, "Ekstrak Tapak Liman (*Elephantopus scaber* L.) sebagai Biopestisida terhadap Hama Ulat Grayak", Banjar Baru : Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra), diakses 3 Januari 2017 pada jam 22.32 WIB,

mempengaruhi sistem syaraf, kelumpuhan sistem pernapasan, dan menyebabkan kematian larva pada kelompok perlakuan kontrol positif.⁸³

Sedangkan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dengan konsentrasi tertinggi 50% dikategorikan sebagai insektisida yang efektif digunakan dengan rata-rata mortalitas 70%. Hal ini dikarenakan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) mengandung beberapa senyawa bioaktif. Berdasarkan hasil analisis fitokimia, ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) mengandung golongan senyawa metabolit sekunder yang mempunyai fungsi sebagai insektisida yaitu tannin (9,36%), terpenoid (4,84%), flavonoid (3,56%), steroid (3,21%), alkaloid (3,07%).⁸⁴ Mekanisme kerja setiap senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun kelor berbeda-beda, sesuai fungsinya masing-masing.

Senyawa tannin banyak terdapat pada daun kelor (*Moringa oleifera* L.) sebesar 9,36%, senyawa tannin mempunyai rasa pahit yang tidak disukai oleh beberapa serangga sehingga dapat digunakan sebagai pertahanan diri bagi tumbuhan.⁸⁵

http://balittra.litbang.pertanian.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=1326&Itemid=66.

⁸³Iswini Purwianshari, "Pengaruh Pestisida Nabati Tapak Liman (*Elephantopus scaber* L.) Terhadap Pengendalian Hama Ulat Tritip (*Plutella xylostella*) Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)", *Jurnal Prodi Biologi*, Vol. 6, No. 4, (2017), h. 207

⁸⁴Nweze et al, "Phytochemical, Proximate, and Mineral Composition of Leaf Extracts of *Moringa oleifera* Lam. from Nsukka, South-Eastern Nigeria", *IOSR Journal of Pharmacy and Biologycal Sciences (IOSR-JPBS)*, Vol. 9, Issue 1, (2014), h. 100

⁸⁵Astuti, R. B., "Pengaruh Pemberian Pestisida Organik dari Mindi (*Melia azederach* L.), Daun Pepaya (*Carica papaya* L.), dan Campuran Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) dan Mindi (*Melia*

Merujuk pada penelitian yang dilakukan Della Aprilia, 2018 bahwa senyawa tannin dapat menurunkan kemampuan pencernaan pada serangga, dengan menurunkan aktivitas enzim protease dan enzim amilase.⁸⁶ Enzim protease berfungsi mengubah protein menjadi asam amino, sedangkan enzim amilase berfungsi mengubah karbohidrat menjadi maltose.⁸⁷ Berdasarkan sumber makanannya, *Crocidolomia pavonana* F. termasuk ke dalam kelompok organisme herbivora. Sebagian besar energi yang diperoleh organisme herbivora berasal dari karbohidrat. Menurunnya aktivitas enzim amilase mengakibatkan karbohidrat tidak dapat diubah menjadi maltosa, sehingga produksi glukosa sebagai sumber energi menurun dan ATP tidak terbentuk. Apabila sumbangan energi dari bahan non-protein (karbohidrat) rendah, maka protein akan didegradasi untuk menghasilkan energy (ATP).⁸⁸ Namun, dalam hal ini tannin juga menurunkan aktivitas enzim protease. Jika aktivitas enzim menurun maka proteosa, pepton, dan polipeptida tidak bisa diubah menjadi asam amino sehingga produksi asam amino menurun. Menurunnya produksi asam amino

azederech L.) terhadap Hama dan Penyakit Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annum* L.)”, [Skripsi]. (Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma), 2016, h. 15

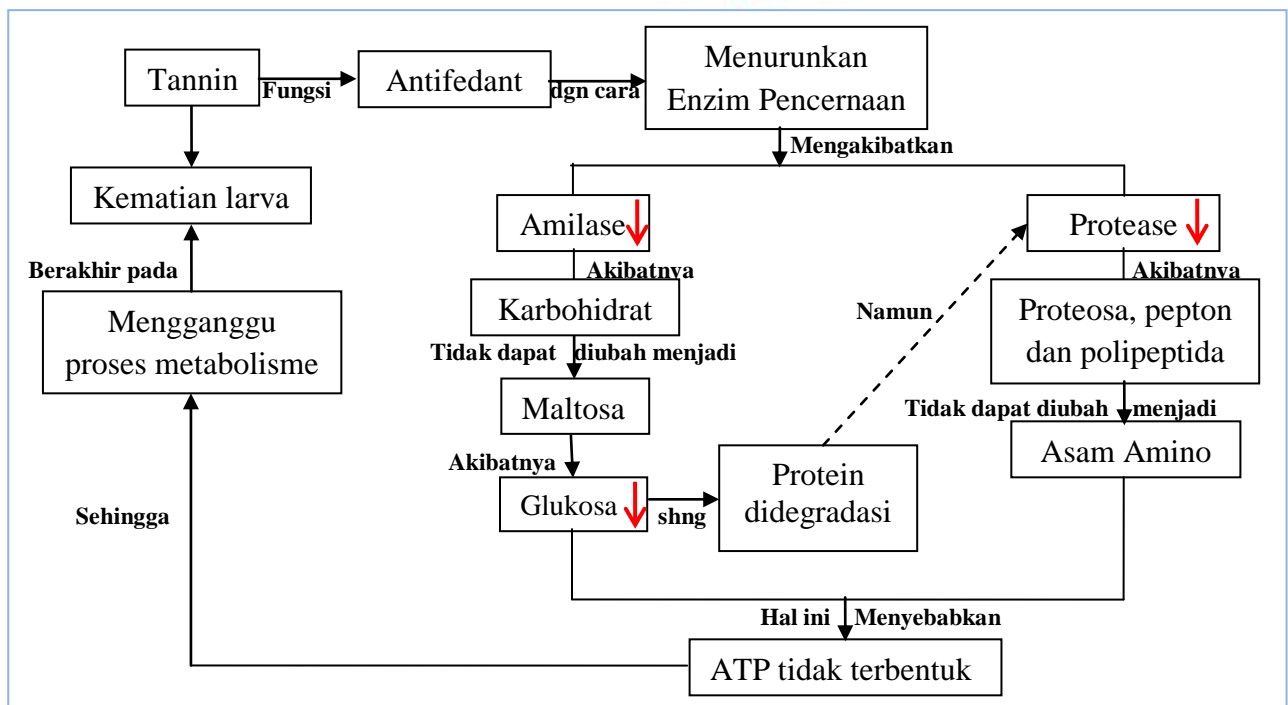
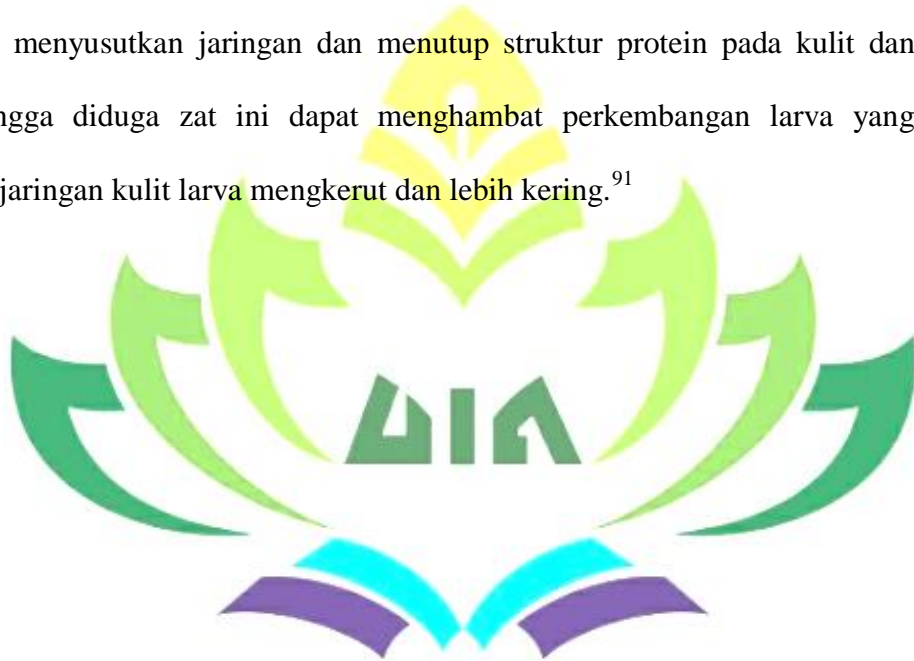
⁸⁶Della Aprillia, “Uji Efektivitas Serbuk Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) untuk Pengendalian Hama Kumbang Kedelai (*Callosobruchus analis* F.)”, [Skripsi], (Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta), 2018, h. 23

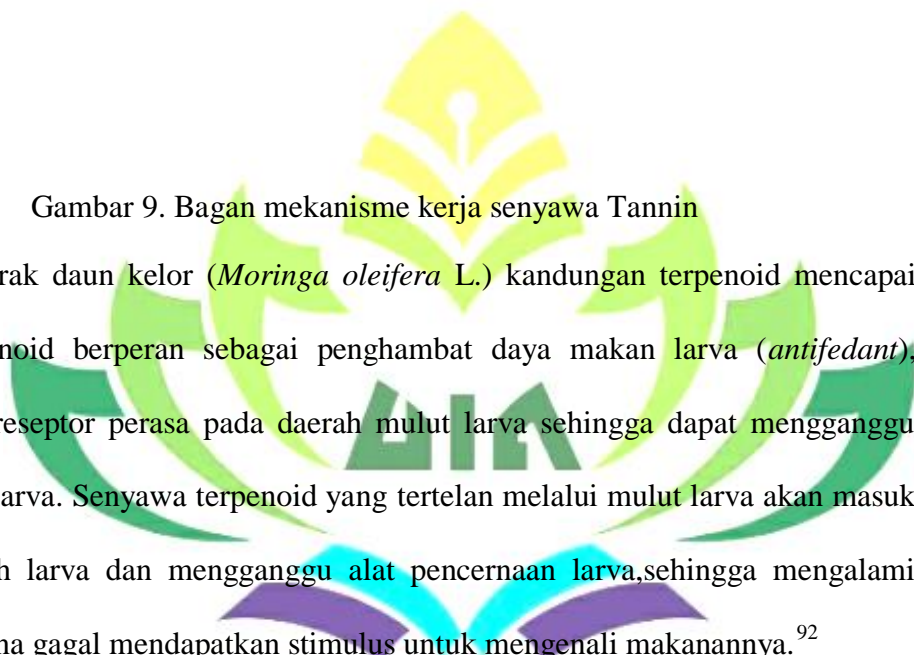
⁸⁷Ateng Supriyatna, dkk., “Aktivitas Enzim Amilase, Lipase, dan Protease dari Larva *Hermetia illucens* yang Diberi Pakan Jerami Padi”, *Jurnal Istek*, Vol. 9, No. 2, (Juli 2015), h. 19

⁸⁸ Muhammad Marzuqi, “Pengaruh Kadar Karbohidrat dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pakan dan Aktivitas Enzim Amilase pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal)”, [Tesis], (Denpasar : Universitas Udayana), 2015, h. 11

menyebabkan sintesis protein tidak berlangsung dan ATP tidak terbentuk, sehingga larva akan kekurangan energi dan menyebabkan kematian.⁸⁹

Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui cara kerja tannin sebagai insektisida yaitu dengan menghambat produksi energi.⁹⁰ Selain itu, Tannin juga bekerja sebagai zat astringent, menyusutkan jaringan dan menutup struktur protein pada kulit dan mukosa, sehingga diduga zat ini dapat menghambat perkembangan larva yang menyebabkan jaringan kulit larva mengkerut dan lebih kering.⁹¹





Gambar 9. Bagan mekanisme kerja senyawa Tannin

Pada ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) kandungan terpenoid mencapai 4,84%. Terpenoid berperan sebagai penghambat daya makan larva (*antifedant*), menghambat reseptor perasa pada daerah mulut larva sehingga dapat mengganggu pertumbuhan larva. Senyawa terpenoid yang tertelan melalui mulut larva akan masuk kedalam tubuh larva dan mengganggu alat pencernaan larva, sehingga mengalami kematian karena gagal mendapatkan stimulus untuk mengenali makanannya.⁹²

Flavonoid yang terkandung dalam ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan senyawa yang mudah larut dalam air untuk kerja antimikroba dan antivirus.⁹³ Senyawa flavonoid ini bekerja sebagai inhibitor pernafasan yang dapat menghambat terjadinya reaksi oksidasi, dimana hal ini menyebabkan naiknya kadar

⁹² Khairun Nisa, dkk., “ Uji Efektivitas Ekstrak Biji dan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai *Larvasiada Aedes sp.* ”, *Jurnal SEL*, Vol. 2 No. 2, (November 2015), h. 47

⁹³ Naiborhu PE, “*Ekstraksi dan Manfaat Ekstrak Mangrove (Sonneratia alba dan Sonneratia caseolaris) sebagai Bahan Alami Antibakterial pada Patogen Udang Windu, Vibrio herveyi*”, [Tesis], (Bogor : Sekolah Pascasarjana IPB), 2002, h. 37

CO₂ yang melebihi O₂. Ulat yang kekurangan udara tersebut lama kelamaan dapat mengalami kematian.⁹⁴ Selain bekerja sebagai inhibitor pernapasan, flavonoid juga mengganggu mekanisme energi di dalam mitokondria dengan menghambat sistem pengangkutan elektron.⁹⁵ Hal ini menyebabkan tubuh larva *Crociodolomia pavonana* F. semakin lembek dan pergerakan menjadi melemah.

Steroid merupakan hormon pertumbuhan yang mempengaruhi pergantian kulit (perubahan dari stadium larva ke pupa dan dari pupa ke dewasa) pada larva. Namun, dengan adanya penambahan steroid yang berasal dari luar akan mempengaruhi penebalan dinding sel kitin pada tubuh serangga, sehingga serangga menjadi abnormal dan berakhir pada kematian larva.⁹⁶

Senyawa alkaloid yang terkandung dalam ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) mencapai 3,07%. Bagi tumbuhan, alkaloid berfungsi sebagai senyawa racun yang melindungi tumbuhan dari serangga atau herbivora lain (hama dan penyakit).⁹⁷

⁹⁴ V. G Siahaya, R. Y Rumthe, "Uji Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*) terhadap Larva *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae)", *Jurnal Agrologia*, Vol. 3 No. 2 (Oktober 2014), h. 115.

⁹⁵ Raqib Muta'ali dan Kristanti Indah Purwani, "Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea indica*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* F.", *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol. 4, No. 2, (2015), h. 57

⁹⁶ Mardiana, Supraptini, dan Nanik Siti Aminah, "Datura Metel Linneus sebagai Insektisida dan Larvasida Botani serta Bahan Baku Obat Tradisional", *Media Peneliti dan Pengembangan Kesehatan* [Artikel], Vol. XIX, (2009), h. 2

⁹⁷ Immy Suci Rohyana, Evy Aryanti, dan Suripto, "Kandungan Fitokimia Beberapa Jenis Tumbuhan Lokal yang Sering Dimanfaatkan sebagai Bahan Baku Obat Di Pulau Lombok", *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indo*, Vol. 1, No. 2, (2015), h.389

Alkaloid merupakan senyawa yang mengandung nitrogen yang bersifat basa.⁹⁸ Sehingga alkaloid dapat mendegradasi membran sel untuk masuk ke dalam dan merusak sel dan juga dapat mengganggu sistem kerja syaraf larva dengan menghambat kerja enzim asetil kolinesterase. Hal ini menyebabkan gerakan tubuh larva menjadi melambat apabila dirangsang sentuhan serta selalu membengkokkan badan.⁹⁹

Seluruh mekanisme senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) akan menyebabkan kematian pada larva *Crocidolomia pavonana* F. Larva yang mati menunjukkan ciri-ciri tubuhnya mengering, warna menjadi hitam, dan ukuran tubuh menyusut atau mengecil.¹⁰⁰



⁹⁸ Lumbarjana LB, “Skrining Fitokimia dan Uji Efek Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Tempuyang (*Sonchus arvensis* L.) Terhadap Radang pada Tikus”, [Tesis], (Medan : Universitas Sumatera Utara), 2009, h.390

⁹⁹Roni Koneri, dan Hanny Hesky Pontororing, “Uji EKstrak Biji Mahoni (*Swietenia marcophylla*) terhadap Larva *Aedes aegypti* Vektor Penyakit Demam Berdarah”, *Jurnal MKMI*, Vol. 12, No. 4, (2016), h. 221

¹⁰⁰ Nina Nurul Hidayat, Yuliani, dan Nur Kuswanti, “Pengaruh Ekstrak Daun Suren dan Daun Mahoni terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Daun (*Plutella xylostella*) pada Tanaman Kubis”, *Jurnal Lentera Bio*, Vol. 2, No. 1, (Januari 2013), h. 98

a

b

Gambar 10.

- a) Larva *Crocidolomia pavonana* F. sebelum diberi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.), b) Larva *Crocidolomia pavonana* F. yang mati setelah diberi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.)

Hasil analisis probit (tabel 9) menunjukkan nilai LC_{50} dalam ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) selama pemaparan 72 jam adalah sebesar 251188,64315 ppm (25,11%). Merujuk pada table 11, kriteria nilai LC_{50} untuk uji toksisitas dalam lingkungan perairan menurut Clarkson yang diadaptasi dari Misri Yanty Lubis, dkk (2016), nilai LC_{50} ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) >1000 ppm. Hal ini berarti ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) termasuk dalam kategori non toksik.

Tabel 11. Kriteria tingkatan nilai LC_{50} untuk uji toksisitas dalam lingkungan perairan¹⁰¹

No	Kategori	Satuan
1	Non Toksik	>1000 ppm
2	Toksik Rendah	500-1000 ppm
3	Toksik Sedang	100-500 ppm
4	Sangat Toksik	0-100 ppm

Salah satu keuntungan penggunaan insektisida nabati adalah mempunyai sifat cara kerja (*mode of action*) yang unik yaitu tidak meracuni (non toksik).¹⁰² Hal ini berarti insektisida nabati bersifat non toksik terhadap lingkungan dan manusia serta

¹⁰¹ Misri Yanty Lubis, dkk., "Uji Felonik dan Uji toksisitas Ekstrak Metanol Kulit Jengkol (*Archidenron jiringa*)" *Chempublish Journal*, Vol. 1, No. 2, (2016), h. 49

¹⁰² Muhammad Isnaini, dkk, "Pengujian Beberapa Jenis Insektisida Nabati Terhadap Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L)", *Jurnal Biota*, Vol. 1, No. 1, (Agustus 2015), h. 2

mudah terdegradasi.¹⁰³ Berdasarkan hal tersebut, ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan salah satu jenis insektisida nabati yang aman untuk digunakan, dengan nilai LC₅₀ sebesar 251188,64315 ppm (25,11%).

C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Biologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup beserta lingkungan hidupnya. Lingkungan hidup merupakan komponen penting yang menyediakan berbagai kebutuhan manusia sebagai makhluk hidup. Namun pada era modern saat ini lingkungan tidak lagi mampu memenuhi kebutuhan manusia yang beragam. Saat ini manusia tidak lagi mengandalkan alam sebagai sumber utama kehidupan, lebih dari itu manusia mulai menggunakan ilmu dan teknologi untuk memanfaatkan dan mengelola lingkungan hidup. Eksploitasi, aktivitas hidup dan proses produksi lainnya memberikan hasil sampingan yang terbuang pada media lingkungan yang sering dinamakan limbah. Semua ini dapat menjadi pemicu munculnya pencemaran pada lingkungan hidup baik air, tanah, maupun udara. Salah satu konsep pada mata pelajaran biologi adalah materi pencemaran lingkungan dan daur ulang limbah.

¹⁰³ Putri Sri Andila, dan I Putu Agus Hendra Wibawa, “Skrining Tanaman Penghasil Senyawa Antijamur Terhadap Fungi Fitopatogen *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., dan *Fusarium solani*” *Jurnal Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, Vol. 4, No. 1, (Juni 2018), h.70

Dari hasil penelitian efektivitas ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dalam pengendalian hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). Diketahui bahwa ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) efektif digunakan sebagai insektisida nabati sehingga berpengaruh terhadap mortalitas ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.). Hal ini perlu dikenalkan kepada peserta didik tingkat SMA agar dapat mengetahui bahwa insektisida tidak harus berbahan kimia sintetik, namun dapat berupa insektisida berbahan alami yang berasal dari tumbuhan tanpa memberikan dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan. Sehingga peserta didik dapat memilih insektisida yang akan digunakan secara cermat dan selektif.

Pencemaran lingkungan yang menjadi sub bab dari materi perubahan lingkungan/iklim/dan daur ulang limbah akan disampaikan oleh pendidik kepada peserta didik melalui pendidikan formal yang terintegritasi dalam pelajaran biologi pada kurikulum 2013.

Kegiatan pembelajaran menurut silabus yaitu sebagai berikut :

1. Melakukan percobaan polusi air/udara untuk menemukan daya tahan makhluk hidup untuk kelangsungan hidupnya.
2. Membuat daur ulang limbah.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) berpengaruh terhadap pengendalian hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan maka mortalitas larva semakin meningkat.
2. Penggunaan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) efektif dalam mengendalikan hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*).
3. Nilai Lethal Concentration (LC₅₀) 72 jam dari ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap mortalitas larva *Crocidolomia pavonana* F. adalah sebesar 251188,64315 ppm (25,11%).

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme kerja zat aktif yang terdapat dalam ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap spesies ulat atau hama lain.

2. Perlu dilakukan penelitian agar dapat mengembangkan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.) dengan teknologi terbaru untuk membuat ekstrak yang praktis dalam kemasan sehingga dapat dengan mudah digunakan oleh masyarakat.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh pada bagian tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.), misalnya buah/biji, batang, akar, dan bunga tanaman kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai pengendali hama ulat atau hama lain pada sayuran.
4. Perlu dilakukan pengujian skala lapangan di dalam pengembangan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L.), sehingga diketahui keefektifan terhadap hama sasaran dan pengaruhnya terhadap organisme lain yang bukan sasaran.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Huda Mushaf Al-Qura'an Terjemahan. Jakarta (2005).

Aminah, Syarifah et. al. "Kandungan Nutrisi Dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera*).” *Buletin Pertanian Perkotaan* 5, No. 2 (2015).

Andila, Putri Sri dan I Putu Agus Hendra Wibawa. "Skrining Tanaman Penghasil Senyawa Antijamur Terhadap Fungi Fitopatogen *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., dan *Fusarium solani*". *Jurnal Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 4, No. 1. (2018).

Aprillia, Della. "Uji Efektivitas Serbuk Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) untuk Pengendalian Hama Kumbang Kedelai (*Callosobruchus analis* F.)". [Skripsi]. Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. (2018).

Asikin, Siburian. "*Ekstrak Tapak Liman (Elephantopus scaber L.) sebagai Biopestisida terhadap Hama Ulat Grayak.*" Banjar Baru : Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra). diakses 3 Januari 2017 pada jam 22.32 WIB. http://balittra.litbang.pertanian.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=1326&Itemid=66.

Astuti, Rina Budi. "Pengaruh Pemberian Pestisida Organik Dari Daun Mindi (*Melia Azedarach* L.), Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.), Dan Campuran Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.), Dan Daun Mindi (*Melia Azedarach* L.) Terhadap Hama Dan Penyakit Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annum* L.)."[Skripsi]. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma (2016).

Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura. *Produktivitas Kol/Kubis Menurut Provinsi 2014*. Jakarta (ID) : BPS (2015).

Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura. *Produktivitas Kol/Kubis Menurut Provinsi*. Jakarta (ID) : BPS (2017).

Betriyon dan Yahya. "Potensi Serbuk Daun Sirih (*Piper betie*, Linn.) sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti*". *Artikel Fokus Utama*. (2013).

- Dewi, Mery Sintia, Wachju Subchan, Jekti Prihatin. "Effectiveness Of Bintaro Seed Extract (*Cerbera odollam* Gearn) on Armyworm (*Spodoptera litura* (Fibricius) Mortality." *Jurnal Bioedukasi* XVI, No. 1. (2018).
- Dewiyeti, Susi, dan Hidayat, Saleh. "Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) sebagai Penurun Kadar Glukosa Darah Mencit Jantan (*Mus musculus* L.) Hiperglikemik." *Jurnal Penelitian Sains* 17, No. 2 (2015).
- Djumaati, Fitriyanti, Paulina V Y Yamlean, and Widya Astuty Lolo. "Formulasi Sedian Salep Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk .) Dan Uji Aktivitas Antibakterinya Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*." *Jurnal Ilmiah Farmasi* 7, No. 1 (2018).
- Dono, Danar dan Rismanto. "Aktivitas Residu Ekstrak Biji *Barringtonia Asiatica* (L.) Kurz. Terhadap Larva *Crociodomia Pavonana* F. (Lepidoptera : Pyralidae)." *Jurnal Agrikultura* 19, No. 3 (2015).
- Dono, Danar dan Susanerwinur. "Toksistas Dan Antioviposisi Ekstrak Metanol Kulit Biji Jambu Mete (*Anacardium Occidentale* L.) (Anacardiaceae) Terhadap *Crociodomia Pavonana* F. (Lepidoptera: Pyralidae)." *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Dan Fisik* 15, No. 2 (2013).
- Frasawi, Orpa dkk. "Efektivitas Ekstrak Akar Tuba Terhadap Hama Ulat Krop *Cocidolomia Pavonana* Pada Tanaman Kubis Di Kota Tomohon." *Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi* 3, No. 2 (2016).
- Girsang, Warlinso. n.d. "Dampak Negatif Penggunaan Pestidida." (Online), Diakses Pada Tanggal 09 Februari 2018 di <https://usitani.wordpress.com>.
- Hamsidi,Rini, Wahyuni, dan Asrul Sani."Uji Toksisitas Akut Ekstrak Metanol Daun Keji Beling (*Strobilanthes crispus* Bl.), Batang dan Bunga Jarak Tintir (*Jatropha multifida* L.) terhadap Larva *Artemia salina* Leach dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)." *Pharmauho* 1, No. 1. (2015).
- Hanafia, Kemas Ali. *Rancangan Percobaan Teori Dan Aplikasi*. Jakarta : Rajawali Pres (2011).
- Harsojuwono, Bambang Admadi. dkk. *Rancangan Percobaan Teori, Aplikasi SPSS Dan Excel*. Malang : Lintas Kata Publishing (2011).
- Hasnah et. al. "Keefektifan Ekstrak Daun Pare (*Momordica Charantia*) Dalam Mengendalikan *Crociodomia Pavonana* F. Pada Tanaman Sawi." *J. Floratek* 8 (2013).

Hidayat, Nina Nurul, Yuliani, dan Nur Kuswanti. "Pengaruh Ekstrak Daun Suren dan Daun Mahoni terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Daun (*Plutella xylostella*) pada Tanaman Kubis." *Jurnal Lentera Bio.* 2, No. 1 (2013).

Hidayat, Syamsul. *Kitab Tumbuhan Obat*. Jakarta : Penebar Swadaya (2015).

<http://tafsir.com/26-asy-syudara/ayat-7#tafsir-qurais-shihab>

Irfan Muhammad, Hafiz, Mohd Zaini Asmawi, Nurzalina Abdul Karim Khan. "A Review on Promising Phytochemical, Nutritional and Glycemic Control Studies on *Moringa oleifera* Lam. in Tropical and Sub-Tropical Regions." *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 6, No. 10 (2016).



- Isnaini, Muhammad, dkk. "Pengujian Beberapa Jenis Insektisida Nabati Terhadap Kutu Beras (*Sitophilus oryzae* L)". *Jurnal Biota* 1, No. 1. (2015).
- Istiqomah. "Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokletasi Terhadap Kadar Piperin Buah Cabe Jawa (*Piperis Retrofracti Fructus*). " [skripsi]. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah (2013).
- Julaily, Noorbetha, and Tri Rima Setyawati. "Pengendalian Hama Pada Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L .) Menggunakan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L .)." *Jurnal Protobiont* 2, No. 3 (2013).
- Kalshoven LGE. "Pest of Crop in Indonesia." Laan PA van der. Penerjemah. Jakarta : Ichtiar Baru-Van Hoeve. Terjemahan dari : De plagen van de Cultuur gewassen in Indonesia (1981).
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "*Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) dalam Pengendalian Vektor.*" Jakarta : Kementerian Kesehatan RI. (2012).
- Koneri, Roni, dan Hanny Hesky Pontororing. "Uji Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia marcophylla*) terhadap Larva *Aedes aegypti* Vektor Penyakit Demam Berdarah." *Jurnal MKMI* 12, No. 4. (2016).
- Lubis, Misri Yanty, dkk.. "Uji Felonik dan Uji toksisitas Ekstrak Metanol Kulit Jengkol (*Archidenron jiringa*)." *Chempublish Journal* 1, No. 2. (2016).
- Lumbanraja, Linnon Bastian. "Skrining Fitokimia Dan Uji Efek Antiinflamasi Ekstrak Etanol Daun Tempuyung (*Sonchus Arvenis* L.) Terhadap Radang Pada Tikus." [Skripsi]. Medan : Universitas Sumatera Utara (2009).
- Mardiana, Supraptini, dan Nanik Siti Aminah, "Datura *Metel Linneus* sebagai Insektisida dan Larvasida Botani serta Bahan Baku Obat Tradisional." *Media Peneliti dan Pengembangan Kesehatan* (Artikel) XIX. (2009).
- Marzuqi, Muhammad. "Pengaruh Kadar Karbohidrat dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan, Efisiensi Pakan dan Aktivitas Enzim Amilase pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal)". [Tesis]. Denpasar : Universitas Udayana. (2015).
- Mukhriani. "Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif." *Jurnal Kesehatan* 7, No. 2 (2011).

- Mulyani, Leny. "Implementasi Sistem Pertanaman Kubis: Kajian Terhadap Keragaman Hama Dan Musuh Alami." Surakarta : Universitas Sebelas Maret (2010).
- Muta'ali, Raqib dan Kristanti Indah Purwani. "Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea indica*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera litura* F." *Jurnal Sains dan Seni ITS* 4, No. 2. (2015).
- Naiborhu, Parsiholan Effendy. "Ekstraksi Dan Manfaat Ekstrak Mangrove (*Sonneratia Alba* Dan *Sonneratia Caseolaris*) Sebagai Bahan Alami Antibakterial : Pada Patogen Udang Windu, *Vibrio Harveyi*." [Tesis]. Bogor : Sekolah Pascasarjana IPB (2002).
- Nisa, Khairu, dkk.. " Uji Efektivitas Ekstrak Biji dan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai Larvasida *Aedes sp.*" *Jurnal SEL* 2, No. 2. (2015).
- Nurfajrina, Annisa. "Kesesuaian Ekstrak Piper Spp. (Piperaceae) Untuk Meningkatkan Toksisitas Ekstrak *Tephrosia vogelii* Terhadap Ulat Krop Kubis, *Crociodomia Pavonana*." [Skripsi] (2014).
- Nweze et al, "Phytochemical, Proximate, and Mineral Composition of Leaf Extracts of *Moringa oleifera* Lam. from Nsukka, South-Eastern Nigeria." *IOSR Journal of Pharmacy and Biologycal Sciences (IOSR-JPBS)* 9, Issue 1. (2014).
- Prawesti, Dwi Indah. "Efektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia Diversifolia* (Hemsley) A. Gray) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama *Crociodomia Binotalis* Pada Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.)." *Jurnal Prodi Biologi* 6, No. 8 (2017).
- Purwianshari, Iswini. "Pengaruh Pestisida Nabati Tapak Liman (*Elephantopus scaber* L.) Terhadap Pengendalian Hama Ulat Tritip (*Plutella xylostella*) Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)." *Jurnal Prodi Biologi* 6, No. 4. (2017).
- Putra, I Wayan Dwika Pratama dkk. "Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.) Di Bali." *Indonesia Medicus Veterinus* 5, No. 5 (2016).
- Rahardian, Rully. *Biologi Insekta Entomologi Edisi Pertama*. Yogyakarta : Geraha Ilmu (2009).

- Raharjo, Argohartono Arie. *Hama Dan Penyakit Tanaman*. Jakarta : Trubus Swadaya (2017).
- Rahayu, Sayekti Kurnia, Retno Wijayanti, and Y V Pardjo Ns. n.d. "Effectiveness Of Onion Ekstract For Control Cabbagehead Caterpillar (Crocidolomia Pavonana)." *Journal Of Agronomy Research* 2, No. 4 (2013).
- Rany, Badjo dkk. "Serangan Hama Ulat Krop (Crocidolomia Pavonana F.) Pada Tanaman Kubis (Brassica Oleracea Var. Capitata L.) Di Kelurahan Kakaskasen II, Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon." Manado : Program Studi Pertanian UNSRAT Manado (2015).
- Rohyana, Immy Suci dkk. "Kandungan Fitokimia Beberapa Jenis Tumbuhan Lokal Yang Sering Dimanfaatkan Sebagai Bahan Baku Obat Di Pulau Lombok." *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1, No. 2 (2015).
- Rosanti, Dewi. *Morfologi Tumbuhan*. Jakarta : Erlangga (2013).
- Rusdy, Alfian. "Efektivitas Ekstrak Nimba Dalam Pengendalian Ulat Grayak (Spodoptera Litura F.) Pada Tanaman Selada." *Jurnal Floratek* 4 (2009).
- Saenong, M Sudjak. "Tumbuhan Indonesia Potensial Sebagai Insektisida Nabati Untuk Mengendalikan Hama Kumbang Bubuk Jagung (Sitophilus Spp.)." *Jurnal Litbang Pertanian* 35, No. 3 (2016).
- Sastrosiswojo, Sudarwohadi, and Wiwin Setiawati. "Biology and Control of Crocidolomia Binotalis in Indonesia," (1986).
- Setyaningrum, Hesti Dwi dan Cahyo Suparinto. *Panen Sayur Secara Rutin Di Lahan Sempit*. Jakarta : Penebar Swadaya (2014).
- Sinurat, Mars Sella, Hesti Wahyuningsih, dan Desrita. "Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu terhadap Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma marcopomum*)". (Artikel). Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Pertanian: Universitas Sumatera Utara. (2015).
- Soesanto, Loekas. *Pengantar Pestisida Hayati*. Jakarta : Rajawali Pres (2017).
- Sunarjono, Hendro. *Bertanam 30 Jenis Sayuran*. Bogor : Penebar Swadaya (2003).

- Supriyatna, Ateng, dkk.. “Aktivitas Enzim Amilase, Lipase, dan Protease dari Larva *Hermetia illucens* yang diberi Pakan Jerami Padi.” *Jurnal Sintek* 9, No. 2. (2015).
- Tjitrosoepomo, Gembong. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press (1985).
- Toripah, Shinta Susanti dan Frenly Wrhantouw Jemi Abidjulu. “Aktivitas Antioksidan Dan Kandungan Total Felonik Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*).” *Jurnal Ilmiah Farmas* 3, No. 4 (2014).
- V. G Siahaya, R. Y Rumthe. “Uji Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*) terhadap Larva *Plutella xylostella* (Lepidoptera : *Plutellidae*)”. *Jurnal Agrologia* 3, No. 2 (2014).
- W., Adiyoga. dkk. *Profil Komoditas Kubis*. Bandung: Balitsa (2004).
- Yogantara, Anak Agung Gede Garba. “Pengaruh Beberapa Jenis Ekstrak Daun Gulma Terhadap Biologi Ulat Krop Kubis (*Crocitolomia Pavonana* F.) Di Laboratorium.” *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 6, No. 4 (2017)
- Yudirachman, Herdi dan Rahmat Rukman. *Budibaya Tanaman Lokal*. Bandung : Nuansa Cendikia (2016).
- Zaponi, Tomi dan Chairi Fitri. *Kamus Nomenklatur*. Jakarta : Bumi Aksara (2017).

Lampiran 1

**Data Pengamatan Rata-Rata Mortalitas Ulat Krop (*Crocidolumia pavonana* F.)
Setelah diberi Perlakuan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.)**

Perlakuan	n	T:24 Jam	T:48 Jam	T:72 Jam	Rata-rata kematian	Rata-rata % Mortalitas
		Mati				
0%	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0		
	3	0	0	0		
% Mortalitas		0	0	0		
20%	1	2	4	6	4.67	46,7
	2	2	3	5		
	3	0	2	3		
% Mortalitas		13,3	30	46,7		
30%	1	2	5	7	5	50
	2	2	4	5		
	3	1	2	3		
% Mortalitas		16,7	37	50		
40%	1	4	7	8	6	60
	2	3	5	6		
	3	1	2	4		
% Mortalitas		26,7	46,7	60		
50%	1	4	6	8	7	70
	2	3	5	6		
	3	3	5	7		
% Mortalitas		33,3	53,3	70		
kontrol +	1	10	0	0	10	100
	2	10	0	0		
	3	10	0	0		
% Mortalitas		100	0	0		

Lampiran 2

Perhitungan Persentase Mortalitas Larva Ulat Krop (*Crocidolumia pavonana F.*)

$$M = \frac{d}{n} \times 100\%$$

$$M = \frac{0}{10} \times 100\% = 0\%$$

$$M = \frac{4,67}{10} \times 100\% = 46,7\%$$

$$M = \frac{5}{10} \times 100\% = 50\%$$

$$M = \frac{6}{10} \times 100\% = 60\%$$

$$M = \frac{7}{10} \times 100\% = 70\%$$

$$M = \frac{100}{100} \times 100\% = 100\%$$

Descriptives								
			Std.		95% Confidence Interval for Mean			
	N	Mean	Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
KN (0%)	3	.00	.000	.000	.00	.00	0	0
20%	3	4.67	1.528	.882	.87	8.46	3	6
30%	3	5.00	2.000	1.155	.03	9.97	3	7
40%	3	6.00	2.000	1.155	1.03	10.97	4	8
50%	3	7.00	1.000	.577	4.52	9.48	6	8
KP	3	10.00	.000	.000	10.00	10.00	10	10
Total	18	5.44	3.294	.776	3.81	7.08	0	10

Data Hasil Perhitungan Normalitas dengan SPSS ver 17.0

Tests of Normality^{b,c}

perlakuan		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
pengulangan	20%	.964	3	.637
	30%	1.000	3	1.000
	40%	1.000	3	1.000
	50%	1.000	3	1.000

- Lilliefors Significance Correction
- Pengulangan is constant when perlakuan = KN (0%). It has been omitted.
- Pengulangan is constant when perlakuan = KP. It has been omitted.

Data Hasil Perhitungan Homogenitas dengan SPSS ver 17.0

Test of Homogeneity of Variances

Pengulangan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.009	5	12	.150

Data Hasil Perhitungan One-way Anova dengan SPSS ver 17.0

ANOVA

Pengulangan

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	161.778	5	32.356	17.129	.000
Within Groups	22.667	12	1.889		
Total	184.444	17			

Anova Dengan Perhitungan Manual

$$\text{DB Insektisida} = \text{banyak perlakuan} - 1 = 6 - 1 = 5$$

$$\begin{aligned}\text{DB Galat} &= (\text{banyak sampel} - 1) - (\text{banyak perlakuan} - 1) \\ &= (18 - 1) - (6 - 1) = 12\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{(\text{Jumlah larva yang mati})^2}{(\text{Jumlah konsentrasi} \times \text{banyak pengulangan})} \\ &= \frac{(98)^2}{6 \times 3} = \frac{9604}{18} \\ &= 533,5556\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Total} &= (6^2 + 5^2 + 3^2 + 7^2 + 5^2 + 3^2 + 8^2 + 6^2 + 4^2 + 8^2 + 6^2 + 7^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2) - \text{FK} \\ &= (36 + 25 + 9 + 49 + 25 + 9 + 64 + 36 + 16 + 64 + 36 + 49 + 100 + 100 + 100) - 533,5556 \\ &= 718 - 533,5556 = 184,4444\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Insektisida} &= \frac{\text{Jumlah kematian}^2}{3} - \text{FK} \\ &= \frac{14^2 + 15^2 + 18^2 + 21^2 + 30^2}{3} - 533,5556 \\ &= \frac{196 + 225 + 324 + 441 + 900}{3} - 533,5556 \\ &= \frac{2086}{3} - 533,5556 = 695,3333 - 533,5556 \\ &= 161,7777\end{aligned}$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK Total} - \text{JK Insektisida}$$

$$= 184,4444 - 161,7777$$

$$= 22,6667$$

$$\text{KT Insektisida} = \frac{\text{JK Insektisida}}{\text{DB Insektisida}} = \frac{161,7777}{5}$$

$$= 32,35554$$

$$\text{KT Galat} = \frac{\text{JK Galat}}{\text{DB Galat}} = \frac{22,6667}{12}$$

$$= 1,888892$$

$$\text{F Hitung} = \frac{\text{KT Insektisida}}{\text{KT galat}} = \frac{32,35554}{1,888892}$$

$$= 17,129$$

Data Hasil Perhitungan One-way Anova dengan tabel Sidik Ragam

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F_{hitung}	F_{tabel} $\alpha = 5\%$
Perlakuan	5	161,7777	32,35554	17,129	3,11
Galat	12	22,6667	1,888892		
Total	17	184,4444			

Data Hasil Uji Lanjut LSD

Multiple Comparisons

Pengulangan

LSD

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
KN (0%)	20%	-4.000*	.923	.001	-6.01	-1.99
	30%	-4.333*	.923	.001	-6.34	-2.32

	40%	-5.333*	.923	.000	-7.34	-3.32
	50%	-6.000*	.923	.000	-8.01	-3.99
	KP	-9.000*	.923	.000	-11.01	-6.99
20%	KN (0%)	4.000*	.923	.001	1.99	6.01
	30%	-.333	.923	.724	-2.34	1.68
	40%	-1.333	.923	.174	-3.34	.68
	50%	-2.000	.923	.051	-4.01	.01
	KP	-5.000*	.923	.000	-7.01	-2.99
30%	KN (0%)	4.333*	.923	.001	2.32	6.34
	20%	.333	.923	.724	-1.68	2.34
	40%	-1.000	.923	.300	-3.01	1.01
	50%	-1.667	.923	.096	-3.68	.34
	KP	-4.667*	.923	.000	-6.68	-2.66
40%	KN (0%)	5.333*	.923	.000	3.32	7.34
	20%	1.333	.923	.174	-.68	3.34
	30%	1.000	.923	.300	-1.01	3.01
	50%	-.667	.923	.484	-2.68	1.34
	KP	-3.667*	.923	.002	-5.68	-1.66
50%	KN (0%)	6.000*	.923	.000	3.99	8.01
	20%	2.000	.923	.051	-.01	4.01
	30%	1.667	.923	.096	-.34	3.68
	40%	.667	.923	.484	-1.34	2.68
	KP	-3.000*	.923	.007	-5.01	-.99
KP	KN (0%)	9.000*	.923	.000	6.99	11.01
	20%	5.000*	.923	.000	2.99	7.01
	30%	4.667*	.923	.000	2.66	6.68
	40%	3.667*	.923	.002	1.66	5.68
	50%	3.000*	.923	.007	.99	5.01

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Uji LSD pada Taraf Signifikan 5% dengan Menggunakan Uji Hitung Manual Beserta Table Beda Signifikan.

$$\begin{aligned} \text{BNT } \alpha &= (t_{\alpha, \text{ dfe}}) \sqrt{\frac{2 (S^2)}{r}} = (t_{0,05, 12}) \sqrt{\frac{2 (1,888892)}{3}} = 2,17881 \times \sqrt{\frac{3,777784}{3}} \\ &= 2,17881 \times \sqrt{1,259261} = 2,17881 \times 1,122168 = 2,44 \end{aligned}$$

Tabel Uji BNT Perhitungan Manual

Konsentrasi		Rata-rata	Konsentrasi		Rata-rata	Besar beda	Uji BNT	keterangan
Kontrol -	A	0	20%	B	4,67	4,67	2,44	Berbeda signifikan
	A	0	30%	C	5,00	5,00	2,44	Berbeda signifikan
	A	0	40%	D	6,00	6,00	2,44	Berbeda signifikan
	A	0	50%	E	7,00	7,00	2,44	Berbeda signifikan
	A	0	Kontrol +	F	10,00	10,00	2,44	Berbeda signifikan
20%	B	4,67	Kontrol -	A	0	4,67	2,44	Berbeda signifikan
	B	4,67	30%	C	5,00	0,33	2,44	Tidak berbeda signifikan
	B	4,67	40%	D	6,00	1,33	2,44	Tidak berbeda signifikan
	B	4,67	50%	E	7,00	2,33	2,44	Tidak berbeda signifikan
	B	4,67	Kontrol +	F	10,00	5,33	2,44	Berbeda signifikan
30%	C	5,00	Kontrol -	A	0	5,00	2,44	Berbeda signifikan
	C	5,00	20%	B	4,67	0,33	2,44	Tidak berbeda signifikan
	C	5,00	40%	D	6,00	1,00	2,44	Tidak berbeda signifikan
	C	5,00	50%	E	7,00	2,00	2,44	Tidak berbeda signifikan
	C	5,00	Kontrol +	F	10,00	5,00	2,44	Berbeda signifikan
	D	6,00	Kontrol -	A	0	6,00	2,44	Berbeda signifikan

40%	D	6,00	20%	B	4,67	1,33	2,44	Tidak berbeda signifikan
	D	6,00	30%	C	5,00	1,00	2,44	Tidak berbeda signifikan
	D	6,00	50%	E	7,00	1,00	2,44	Tidak berbeda signifikan
	D	6,00	Kontrol +	F	10,00	4,00	2,44	Berbeda signifikan
50%	E	7,00	Kontrol -	A	0	7,00	2,44	Berbeda signifikan
	E	7,00	20%	B	4,67	2,33	2,44	Tidak berbeda signifikan
	E	7,00	30%	C	5,00	2,00	2,44	Tidak berbeda signifikan
	E	7,00	40%	D	6,00	1,00	2,44	Tidak berbeda signifikan
	E	7,00	Kontrol +	F	10,00	3,00	2,44	Berbeda signifikan
Kontrol +	F	10,00	Kontrol -	A	0	10,00	2,44	Berbeda signifikan
	F	10,00	20%	B	4,67	5,33	2,44	Berbeda signifikan
	F	10,00	30%	C	5,00	5,00	2,44	Berbeda signifikan
	F	10,00	40%	D	6,00	4,00	2,44	Berbeda signifikan
	F	10,00	50%	E	7,00	3,00	2,44	Berbeda signifikan

Menentukan Nilai LC_{50} dengan Menggunakan Tabel Analisis Probit.

Konsentrasi (ppm)	Log Konsentrasi (X)	% Mati	Probit (Y)	X^2	Y^2	XY
200.000	5,30	46,7	4,92	28,09	24,20	26,08
300.000	5,48	50	5,00	30,03	25,0	27,4
400.000	5,60	60	5,25	31,36	27,56	29,4
500.000	5,70	70	5,52	32,49	30,47	31,46
Σ	22,08		20,69	121,97	107,23	114,34

$$b = \frac{\Sigma XY - \frac{1}{n}(\Sigma X \Sigma Y)}{\Sigma X^2 - \frac{1}{n}(\Sigma X)^2} = \frac{114,34 - \frac{1}{10}(22,08 \cdot 20,69)}{121,97 - \frac{1}{10}(22,08)^2} = \frac{114,34 - 45,68}{121,97 - 48,75}$$

$$= \frac{68,55}{73,22} = 0,93$$

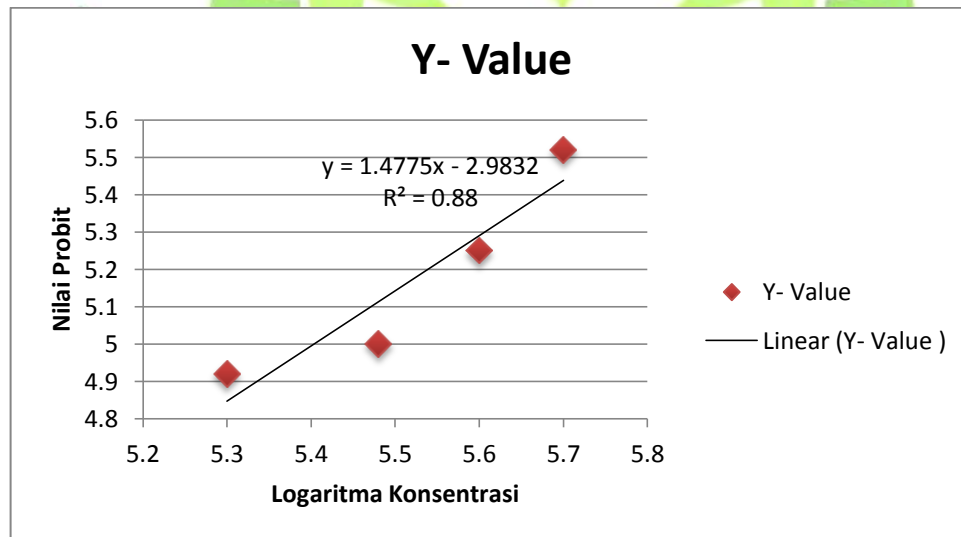
$$a = \frac{1}{n} (\Sigma Y - b \Sigma X) = \frac{1}{10} (20,69 - (0,93 \times 22,08))$$

$$= \frac{1}{10} (20,69 - 20,53) = 0,016$$

Persamaan regresi : $Y = a + bx$




$$x = \frac{Y - a}{b} = \frac{5 + 0,016}{0,93} = 5,4$$





$$LC_{50} = \text{Antilog}(x) = \text{Antilog}(5,4) = 251188,64315 \text{ ppm (25,11\%)}$$






Lampiran 3




Alat dan bahan penelitian

No.	Alat dan bahan	Keterangan
1.		Stople/tempat plastik
2.		Suntikan
3.		Kain kasa

4.		Gunting
5.		Timbangan
6.		Alat tulis
7.		Pinset

8.		Botol
9.		Alat evaporasi
10.		Tissue

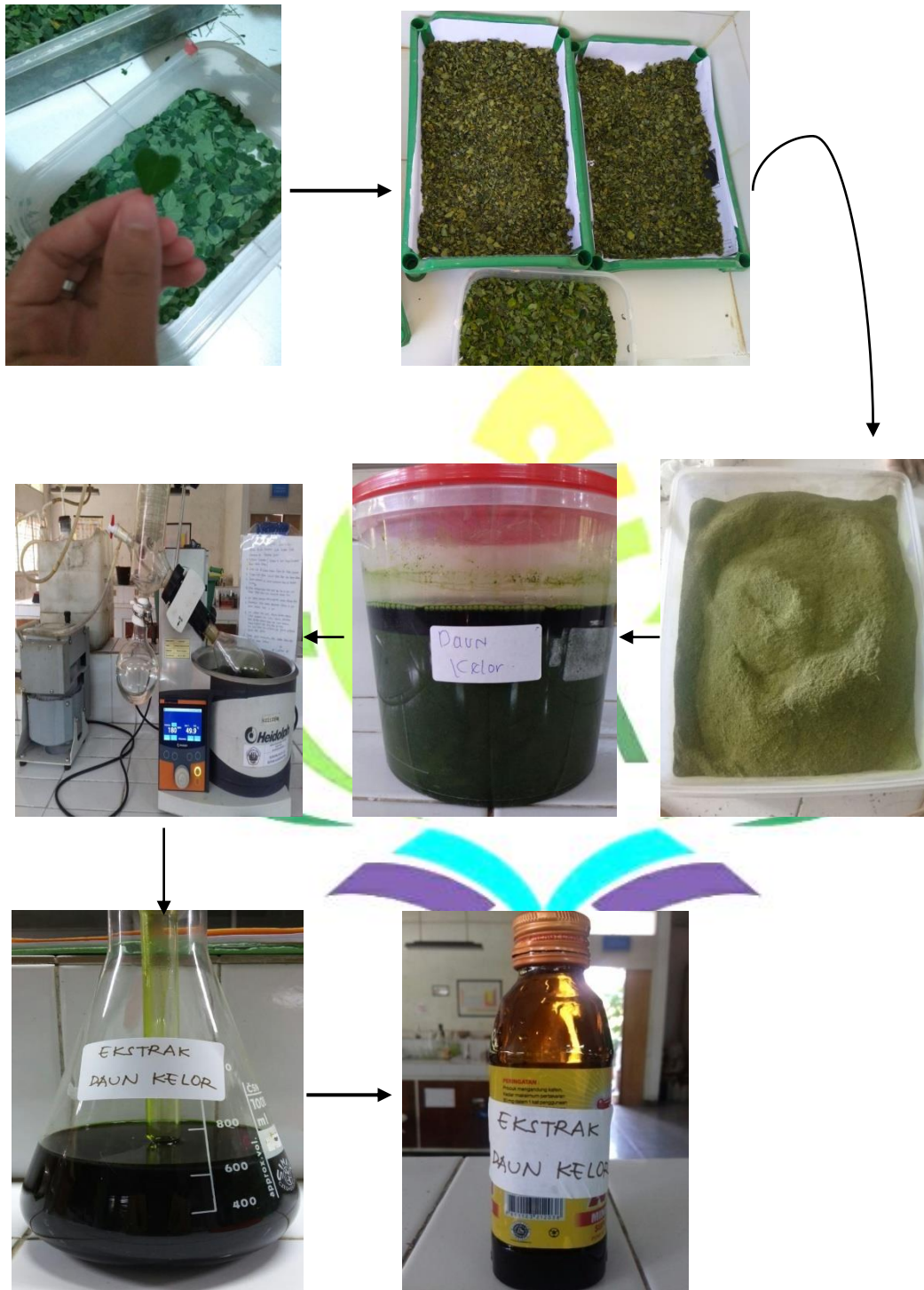
11.		Karet gelang
12.		Blander
13.		double tipe
14.		Durban 200 EC

15.		Aquades
16.		Daun kubis
17.		Daun kelor

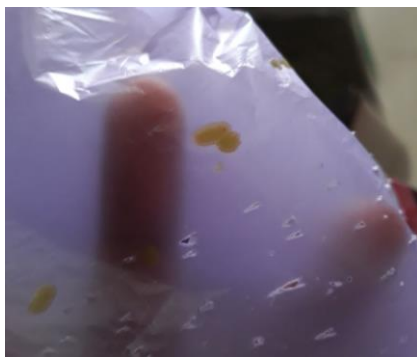
18.		Ulat krop
-----	---	-----------



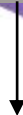
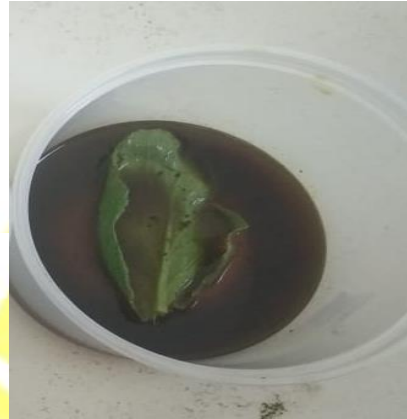
Pembuatan Insektisida Nabati



Perkembangbiakan Ulat Krop (*Crocidolumia pavonana* F.)



Pengaplikasian Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) pada Ulat Krop (*Crocidolumia pavonana* F.)





Ulat Krop (*Crocidolumia pavonana* F.) yang mati



PANDUAN PRAKTIKUM



UNTUK SMA/MA KELAS X
SEMESTER GENAP

KELAS

X

LARAS

MATERI POKOK

KERUSAKAN LINGKUNGAN/PENCEMARAN LINGKUNGAN

Kompetensi Inti

4.4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar

4.10 Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan.

Tujuan

- Peserta didik mampu menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah kerusakan/pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan.
- Peserta didik mampu menganalisis jenis-jenis limbah dan membuat alternatif pestisida alami yang berasal dari bagian tubuh tumbuhan.

Kelas : X

Kelompok :

A. Tujuan

- Peserta didik mampu menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah kerusakan/pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan.
- Peserta didik mampu menganalisis jenis-jenis limbah

B. Dasar Teori

Air merupakan kebutuhan vital bagi seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Air untuk dapat dikonsumsi harus memenuhi syarat fisik, kimia maupun biologis. Secara fisik air layak dikonsumsi jika tidak berbau, berasa, maupun tidak berwarna. Disamping itu air tidak boleh mengandung racun maupun zat-zat kimia berbahaya (syarat kimia), dan tidak mengandung bakteri, protozoa ataupun kuman-kuman penyakit. Oleh karena itu kebersihan dan terbebasnya air dari polutan menjadi hal yang sangat penting.

1. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Danau,

sungai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi.

2. Penyebab

Pencemaran air dapat disebabkan oleh hal-hal berikut.

1. Pembuangan limbah industri ke perairan (sungai, danau, laut).
2. Pembuangan limbah rumah tangga (domestik) ke sungai, seperti air cucian, air kamar mandi.
3. Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan.
4. Terjadinya erosi yang membawa partikel-partikel tanah ke perairan.

PANDUAN PRAKTIKUM

BIOLOGI KELAS X

6. Pembuangan limbah rumah sakit, limbah peternakan ke sungai.

7. Tumpahan minyak karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai.

3. Dampak

Perkembangan sektor industri yang ditandai dengan tumbuh pesatnya jumlah pabrik di samping berdampak pada peningkatan pertumbuhan ekonomi, ternyata juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Limbah cair pabrik dengan kandungan zat beracun serta logam-logam berat seperti timbal (Pb), air raksa (Hg), cadmium (Cd) dan seng (Zn), menyebabkan air tidak baik dikonsumsi, kematian ikan dan biota air lainnya, bahkan penurunan produksi pertanian. Limbah dari sisa detergen dan pestisida (misalnya DDT) dapat merangsang pertumbuhan kanker (bersifat karsinogen), menyebabkan gangguan ginjal, dan gangguan kelahiran. DDT (Dikloro Difenil Trikloretana) bersifat nonbiodegradabel (tidak dapat terurai secara alamiah), karena itu jika dipergunakan dalam pemberantasan hama DDT akan mengalami perpindahan melalui rantai makanan, akhirnya tertimbun dalam tubuh konsumen terakhir. Makin tinggi tingkat trofi makin pekat kadar zat pencemarnya. Hal ini disebut biomagnification (pemekatan hayati).

4. Pencegahan dan Penanggulangan

Pembangunan kawasan industri sebaiknya disertai dengan perencanaan AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan). Selain hal tersebut kawasan industri harus memenuhi syarat telah memiliki instalasi pengolahan limbah, jauh dari pemukiman warga, serta seminimal mungkin menghasilkan limbah. Limbah cair dari pabrik sebaiknya disaring, diencerkan, diendapkan dan dinetralkan dulu sebelum dibuang ke sungai. Demikian pula rumah sakit dan peternakan sebaiknya memiliki bak penampungan limbah (septic tank) untuk menampung limbah yang dihasilkan, kemudian dilakukan pengolahan air limbah dengan pengolahan secara fisik, kimia, maupun biologi.

Sifat-sifat air yang umumnya diuji dan dapat digunakan untuk menentukan air tercemar atau tidak adalah :

- Nilai pH, keasaman dan alkalinitas
- Suhu
- Warna, bau dan rasa
- Jumlah padatan
- BOD dan COD
- Pencemaran mikroorganisme patogen
- Kandungan minyak
- Kandungan logam berat
- Kandungan bahan radioaktif

C. Kegiatan Praktikum

a. Kegiatan 1 : Analisis Pencemaran Lingkungan

1. Alat dan Bahan :

Adapun alat yang digunakan dalam praktikum ini yaitu 5 tabung reaksi, rak tabung reaksi, Pipet volume 1 ml, 5 ml, dan 10 ml., Botol sampel, dan Filler. Selain itu bahan yang digunakan yaitu Air limbah domestik, air sungai, air limbah industri / pabrik, air limbah pertanian, HCL 0,1 N, dan Ditizon

2. Cara Kerja

- 1) Menyiapkan 5 tabung reaksi dan leakkan di rak tabung reaksi
- 2) Mengambil air sampel dengan menggunakan botol sampel
- 3) Mengambil 5 ml air sampel dengan menggunakan pipet volume 5 ml dan memasukkannya kedalam tabung reaksi
- 4) Masing-masing tabung reaksi berisi 5 ml air sampel
- 5) Menambahkan 1 ml HCL ke dalam masing-masing tabung reaksi dengan menggunakan pipet volume 1 ml kemudian di kocok agar homogen

6) Menambahkan 2 ml dikawat kedalam masing-masing tabung reaksi dengan

- 7) Melihat perubahan warna yang terbentuk.

LEMBAR KEGIATAN PRAKTIKUM

Materi : Pencemaran Lingkungan

Kelas : X

Kelompok :

Tabel 1. Hasil Pengamatan Praktikum Pencemaran Air

No	Sampel	Parameter	Warna		Keterangan
			Sebelum	Sesudah	

Analisa :

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....
.....

Pertanyaan dan Bahan Diskusi

1. Jelaskan kegiatan-kegiatan disekitar anda, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan?

.....
.....

2. Kelompokkan limbah disekitar anda berdasarkan jenis-jenis limbah !

.....
.....

3. Bagaimana dampak yang ditimbulkan oleh tercemarnya air limbah?

.....
.....

4. Bagaimana upaya kita dalam mengatasi pencemaran dan kerusakan lingkungan?

.....
.....

5. Berikan pendapat anda mengenai pengolahan limbah di Indonesia!

.....
.....

- b. Kegiatan 2 : Uji Efektivitas Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) sebagai

PANDUAN PRAKTIKUM

BIOLOGI KELAS X

1. Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini dibutuhkan alat dan bahan untuk mendukung tercapainya hasil penelitian diantaranya, yaitu timbangan analitik, pisau, blender, gelas ukur, pipet tetes, kertas saring, *rotary evaporator* (*vacuum evaporator*), aluminium foil, spatula, tissue, erlenmeyer, stoples (kotak plastik), jarum pentul, plastik, batang pengaduk, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan ialah insektisida kimia, kain kasa, kapas,

aquades, madu, ekstrak daun kelor (etanol 96 %, daun kelor), dan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.)

2. Cara Kerja

a. Perolehan Sampel Uji

sampel yang akan digunakan pada setiap perlakuan adalah sebanyak 10 larva *Crocidolomia pavonana* F. instar II.

b. Pembuatan ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*)

Pertama yang harus dipersiapkan lebih dahulu adalah daun kelor segar sebanyak 4 kg. Kemudian dikeringanginkan, daun kelor (*Moringa oleifera*) yang sudah kering diblender hingga membentuk serbuk halus. Selanjutnya adalah tahap maserasi menggunakan pelarut etanol 96 %. Setelah 3 hari proses maserasi dihentikan, sampel daun kelor yang direndam tersebut disaring menggunakan corong Buchner yang dilapisi kertas saring. Filtrat hasil saringan diuapkan menggunakan rotary evaporator dengan suhu maksimal 50°C selama satu hari yang nantinya akan menghasilkan fraksi kasar berupa ekstrak cair yang pekat. Kemudian

hingga saat digunakan.

c. Teknik Pelaksanaan Penelitian

Pengujian dilakukan dengan metode celup atau perendaman daun (*leaf dipping method*). Daun kubis dipotong menjadi segi empat dengan ukuran 5 x 5 cm. Kemudian daun tersebut dicelupkan ke dalam ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*

L.) dengan 4 konsentrasi ekstrak yang berbeda yaitu 20 %, 30 %, 40 %, dan 50 % serta akuades sebagai kontrol negatif, dan pestisida sintesis sebagai kontrol positif selama 5 detik lalu dikeringanginkan pada suhu ruang selama 2 detik. Setelah itu daun kubis yang dikenai perlakuan diletakkan ke dalam stoples. Kemudian larva *Crocitolomia pavonana* F. yang telah mencapai instar II diinfestasikan ke dalam stoples sebanyak 10 larva. Larva uji dipuasakan selama 1-2 jam terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian.

Penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali ulangan untuk setiap perlakuan. Larva *Crocitolomia pavonana* F. dibiarkan memakan daun kubis yang telah diberi perlakuan. Kemudian pengamatan larva *Crocitolomia pavonana* F. dilakukan setiap 24 jam, 48 jam, dan 72 jam setelah perlakuan. *Crocitolomia pavonana* F. Kriteria pengamatan adalah menghitung larva uji yang mati pada setiap perlakuan. Dikatakan mati apabila mengalami perubahan warna dan tidak bergerak ketika

d. Hasil Pengamatan

Tuliskan hasil pengamatan seperti tabel di bawah ini selama 24 jam, 48 jam,

Konsentrasi	Jumlah Ulat Mati			Total Ulat Mati	Rata-rata Ulat mati	Rata-rata (%)
	Pengulangan					
	1	2	3			
(0%) kontrol negatif						
kontrol positif						

20 %						
30 %						
40 %						
50 %						

Total Ulat yang Mati = jumlah seluruh ulat yang mati disetiap konsentrasi dan pada setiap pengulangan

Rata-rata Ulat yang Mati = $\frac{\text{jumlah total ulat yang mati}}{\text{Banyaknya pengulangan}}$

Rata-rata dalam bentuk persen (%) = $\frac{\text{jumlah total telur tidak menetas}}{\text{Banyaknya Pengulangan}} \times 100\%$

Daftar Anggota Kelompok

No	NIS/NISN	NAMA	KELAS	KETERANGAN	
				AKTIF	TIDAK AKTIF